

MANUAL DE CONVERSIÓN

MOTOCICLETA
DE GASOLINA
A ELÉCTRICA



ING. OSCAR ISAÍAS GARCÍA TORRES

“Manual de conversión de motocicleta de gasolina a eléctrica”

Proyecto de difusión de conocimientos técnicos e ingeniería para el desarrollo de medios de transportes autosustentable.

Director del proyecto **Ing. Oscar Isaías García** egresado del Instituto Tecnológico de Tijuana

Tijuana Baja California México 20 mayo de 2018

Prólogo

La realización de este manual en formato de documento de investigación nace de la inquietud y una absoluta convicción por mejorar la calidad de vida de las personas y el planeta por medio del uso medios de transporte ecológicos y el uso de medios de energía renovable, lo cual me ha llevado a lo largo de los últimos 10 años a la difusión de conocimientos técnicos y de ingeniería con el objetivo de donde una idea puede replicarse hasta generar un movimiento y finalmente un cambio en pro del medio ambiente.

Agradecimientos

Este proyecto de conversión y manual nunca hubiera sido posible sin la ayuda de personas increíbles alrededor de mi vida y la motivación de personas sensacionales que siguen mi canal de YouTube a lo largo de todo el mundo, por lo que no me queda nada más que agradecer de todo corazón ya que sin su apoyo nada de esto hubiera sido posible.

Agradezco a mis papas **Oscar García** y **Cecilia Torres** por el apoyo incondicional, a mi equipo de producción **Jairo Abdul** y **Gaby Ortiz** por su sensacional trabajo de edición y fotografía en todo el material audiovisual, a mi hermano **Gunter García** por la importante asistencia en todo el trabajo técnico realizado, y, por último, pero no menos importante a la **Dra. Stephanie Velázquez** increíble persona que me acompaña a todo lo largo del proyecto.



ÍNDICE

1. Introducción	3
2. Justificación	4
3. Objetivos	5
a) Objetivos generales del proyecto	
b) Objetivos específicos	
4. Caracterización del área en la que participo	6
5. Problemas a resolver por orden de relevancia	6
6. Alcances y limitaciones	4
7. Fundamento teórico	8
1. Componentes principales del Sistema de potencia	
a. Precauciones	
b. Instalación técnica del controlador	
c. Información técnica del motor	
d. Acelerador (Potenciómetro 0-5Kohms)	
e. Potenciómetro 0-5Kohms	
f. Otros accesorios.	
g. Contactor principal.	
h. Contactores Reversibles	
i. Interruptores Avance / Retroceso	
j. Interruptores de llave y enclavamientos	
k. Relevador de interruptor de llave	
l. Diodo protector de polaridad	
m. Fusible del cableado de control	
n. Fusible del cableado de alimentación	
2. Cableado	
a. Conexiones de BAJA corriente	
b. Conexiones de ALTA corriente	
c. Cableado: Conexión típica	
d. Cableado KSI	
e. Cableado de contactores reversibles	
f. Cableado de potenciómetro	
8. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas	24
9. Resultados, planos, gráficos y programas.	68
10. Conclusiones y recomendaciones.	70

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las sociedades urbanas a nivel mundial han demandado para su crecimiento cada vez más y más energía basada principalmente en consumo de fuentes fósiles como el petróleo y carbón mineral produciendo de manera colateral pero reversible un daño al medio ambiente debido a las emisiones de CO₂ directamente arrojadas a la atmósfera, los residuos derivados de productos plásticos y medios de obtención del petróleo; desde el inicio hasta el fin de proceso de obtención de fuentes fósiles han dejado un impacto negativo al ecosistema.

Desde las principales y más grandes ciudades del mundo hasta las zonas rurales más remotas han dependido de la gasolina como única alternativa de energía accesible durante el último siglo y el uso de los combustibles fósiles han ayudado a su desarrollo sin embargo el aporte tecnológico del siglo XXI a la sociedad, el desarrollo de medios alternativos en la producción de energía sustentable y una necesidad frenética por detener la contaminación global nos ha llevado a la tarea mundial de cambiar nuestro principal medio energético que es el petróleo, por fuentes de energía renovables, principalmente eléctrica, que tengan el mínimo impacto de contaminación y sean responsables con el medio ambiente.

A nivel mundial la demanda energética de combustibles se divide en diferentes áreas siendo el sector industrial para producción de energía eléctrica y de transporte los que más impacto medioambiental provocan y por ende los principales a combatir.

Actualmente por su parte la producción de energía por medios de fuentes renovables toma cada vez mayor interés ofreciendo una alternativa a mediano y largo plazo en la cadena de sustentabilidad responsable con el medio ambiente, y por su parte y de manera paralela los fabricantes de vehículos eléctricos y de baterías de última generación trabajan en equipo para el desarrollo de los medios de transporte del futuro brindando una proyección favorable este sector.

Sin embargo, esto resuelve parcialmente el problema, ya que la nueva producción tecnológica de medios de transporte, sistemas productores de energía producirá nuevas demandas de materias primas, por los nuevos productos tecnológicos, los cuales a su vez tendrán un costo elevado en el mercado derivado de la política mercadológica y a su vez generando nuevos desperdicios producidos colateralmente de la obsolescencia tecnológica.

El **Reciclaje** es una alternativa y una práctica popular para materias primas desechadas de miles de procesos industriales y comerciales a nivel mundial, lo cual permite reincorporar al sector productivo cientos de materiales por un costo inferior que sería obtenerlo directamente de su fuente elemental en la naturaleza y con un impacto ambiental casi nulo lo cual es una alternativa favorable para el ecosistema y económico a su vez, sin embargo, cuando un producto es obsoleto

tecnológicamente, o que parcialmente parte de su tecnología es disfuncional existe la posibilidad de **reutilizarlo** este como un todo y reconstruirlo operativamente o actualizando su tecnología y reincorporándolo nuevamente al sector en cuestión como un producto nuevo, siendo en ambos casos una de las mejores alternativas medio-ambientales para el problema de desperdicios de productos con obsolescencia tecnológica.

Sabiendo que uno de los principales demandantes del sector energético de fuentes de combustibles fósiles son los medios de transportes de gasolina, el impacto medio ambiental que tiene la nueva demanda de productos tecnológicos y los beneficios de la reutilización por actualización tecnológica se derivan posibilidades para el sector de transporte que brinde la posibilidad de un cambio tecnológico y transición más económica hacia un futuro limpio y sustentable.

JUSTIFICACIÓN

La reutilización de medios de transporte a nivel mundial ha sido y es hoy en día una práctica común cuando se trata de tecnología operativa, y tan solo por citar un ejemplo práctico donde la armada de los estados unidos de américa toma sus tanques de combate, submarinos y navíos, actualizando su tecnología operativa y reincorporándolos nuevamente como nuevos y actualizados, práctica común que sintoniza perfectamente con el concepto de sustentabilidad y las 3R Reducir, Reutilizar y Reciclar.

Otro caso común con el enfoque especial de tecnología de automóviles eléctricos es la empresa americana “AC Propulsión” cuya identidad comercial es ofrecer el sistema eléctrico de potencia y tracción para la transformación de automóviles eléctricos quien ha llamado la atención por su enfoque, permitiendo la transformación de cientos o miles de automóviles de combustión interna a funcionamiento eléctrico.

Por su parte y derivados del concepto de “Transformación de automóviles eléctricos” han emergido y prevalecido empresas similares por todo Estados Unidos encargadas de la venta y promoción de componentes electrónicos de potencia que permiten a usuarios finales la adquisición de todos los componentes para la transformación de sus vehículos de combustión interna a funcionamiento eléctrico.

Además de medios de transporte macroscópicos, como navíos, submarinos y tanques de combate, o automóviles personales, existen los vehículos personales motorizados o Motocicletas, en cuyo caso, además de ser uno de los medios de transporte de combustión interna más sencillos transformar a funcionamiento eléctrico técnicamente hablando, es uno de los vehículos que permite el beneficio doble siendo energéticamente el más eficiente en el sentido que permite transportar a los usuarios con el mínimo de energía y descongestiona a las grandes ciudades con problemas de tráfico exceso ocasionado por la sobrepoblación vehicular, es decir una motocicleta eléctrica, es un vehículo de combustión interna menos que usar y menos tráfico para los vehículos convencionales.

El proceso de conversión de una motocicleta con motor de combustión interna a funcionamiento 100% eléctrico es completamente factible ya que técnicamente es posible sustituir el motor a gasolina por un motor eléctrico con la misma equivalencia de fuerza y así mismo el tanque de combustible por un módulo de baterías con una equivalencia energética, lo que convierte el proceso de conversión y actualización tecnológica del sistema de potencia una alternativa viable con una validez técnica y operativa que colabora sinérgicamente con el cuidado del medio ambiente.

El proceso de conversión y actualización tecnológica en una motocicleta implica una serie de conocimientos técnicos y de ingeniería, procedimientos, maquinarias, herramientas y componentes, que, si bien no tiene acceso el usuario final y población en general, si es posible desarrollarlos en el sector técnico local como talleres de mecánica automotriz, talleres de maquinado, técnicos mecánicos, electromecánicos, electrónicos, empresas a fines y cualquier otro interesado, por lo que ESTA INVESTIGACIÓN CENTRA SU INTERÉS EN LA IMPORTANCIA EN LA DIVULGACIÓN TÉCNICA Y OPERATIVA DEL PROCESO DE CONVERSIÓN DE UNA MOTOCICLETA A FUNCIONAMIENTO ELÉCTRICO.

OBJETIVOS

Específicos:

- Llevar a cabo el proceso de actualización tecnológica del sistema eléctrico y mecánico de potencia, control y almacenamiento de energía de una motocicleta eléctrica YAMAHA SX750 1979.
- Documentar el proyecto de forma Audio visual en formato de Video con el concepto de TUTORIAL o CURSO general.
- Divulgar el proyecto mediante la red social YouTube de libre acceso internacional, con un carácter de factibilidad técnica y operativa e importancia medioambiental.
- Divulgar mediante el libre acceso de descarga web el presente documento de investigación en formato PDF que contendrá el procedimiento en secuencia de fotografías con instrucciones y pie de página los detalles, así mismo como tablas y descripción de componentes específicos de este proyecto.
- Demostrar resultados de desempeño obtenidos de la motocicleta eléctrica convertida mediante recorrido de prueba Rumorosa-Tijuana.

Generales:

- Divulgación del uso de las motocicletas eléctricas como un medio de transporte autosustentables.
- Contribuir al cuidado del medio ambiente.
- Divulgación tecnológica de procesos técnicos e ingeniería de vehículos eléctricos y sus componentes.
- Contribuir al reciclaje y reutilización como una medida para el cuidado del medio ambiente.
- Contribuir al sector tecnológico del transporte eléctrico dentro de la comunidad española y América Latina.
- Motivar a estudiantes, técnicos, ingenieros y comunidad en generar al desarrollo de medios de transporte autosustentable.
- Utilizar la plataforma tecnológica YouTube como una herramienta eficaz de divulgación para que interesados repliquen el proyecto generando una reacción en cadena.
- Fomentar el emprendedurismo en áreas de transporte eléctrico.

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA EN LA QUE PARTICIPO

La realización de este proyecto, como se mencionó en puntos anteriores requiere de infraestructura técnica y herramientas básicas del área mecánica, eléctrica o electromecánica, por lo que la ejecución del proyecto de actualización tecnológica o conversión técnica de la motocicleta a funcionamiento eléctrico se realizara en cuya área permita el acceso y disponibilidad a herramientas del área mecánica, y el espacio básico destinado como área de trabajo para su ejecución, con lo que se espera el libre desarrollo del proyecto.

Basados en el punto de los objetivos generales para motivar a estudiantes, técnicos y público en general a replicar este proyecto, se utilizará como taller lo que realmente está a nuestro alcance que es una habitación de casa habitación y que recrea las condiciones generales disponibles para cualquier persona e interesando rompiendo la ideología o paradigma de recursos necesarios para la ejecución de este proyecto, demostrando que es posible su realización con los recursos técnicos básicos.

PROBLEMAS A RESOLVER POR ORDEN DE RELEVANCIA

De acuerdo a los objetivos generales y específicos se esperan resolver los siguientes problemas:

1. Solucionar la accesibilidad de conocimientos específicos para el proceso de conversión de una moto a funcionamiento eléctrico.
2. Solucionar el problema de accesibilidad de componentes nuevos proponiendo componentes reutilizados.
3. Solucionar el problema del recurso humano técnico especializado proponiendo el modelo "Do It Yourself" (hágalo usted mismo).
4. Disminuir la demanda eléctrica energética promoviendo el uso de energías renovables.
5. Disminuir las emisiones de CO₂ para el correcto cuidado de la calidad del aire.
6. Disminuir los residuos derivados de obsolescencia tecnológica.
7. Disminuir el tráfico vehicular.
8. Calentamiento global.

ALCANCES Y LIMITACIONES

El presente proyecto contempla los siguientes alcances y limitaciones.

ALCANCES:

- El siguiente proyecto contempla la ejecución técnica del proceso de actualización tecnológica del sistema eléctrico de potencia partiendo de una motocicleta de motor de combustión interna prefabricada y contemplando así mismo los sistemas auxiliares como lo son el sistema de almacenamiento de energía, el sistema de control eléctrico y el sistema mecánico de potencia, obtenido como resultado final una motocicleta eléctrica con almacenamiento de energía en baterías.
- Este proyecto contempla la grabación en video de todo el proceso técnico, proporcionando la mayor cantidad de información visual y auditiva posible y la libre divulgación por medio de la red social de internet YouTube en la distribución u organización cronológica adecuada para la elaboración de un manual técnico.
- El presente proyecto contempla la documentación técnica del proceso por medio de fotografías esquemáticas, tablas, diagramas y descripción de componentes unitarios utilizados para la conversión y finalmente la libre divulgación en formato PDF por medio del portal de libre acceso DROPBOX.
- El presente proyecto contempla la financiación absoluta y medios para la ejecución, así como compra de materiales, componentes, rentas, transportes, comisiones, mano de obra, y divulgación, siendo de carácter privado y propietario de todos los productos derivados del mismo el ejecutor.

LIMITACIONES:

- El presente documento excluye en absoluto información técnica para la actualización tecnológica de vehículos automotores, camionetas, sedan, vans, pickups, camiones, bicicletas, etc, limitando en carácter estricto su información y enfoque a motocicletas de 2 ruedas de uso personal.
- El presente proyecto excluye por completo información técnica especializada de la construcción de los componentes en cuestión, como controlador, motor, o baterías, limitando su enfoque a su uso en el proyecto, asiendo alusión a las especificaciones técnicas generales y referencia a la ficha técnica.
- El presente proyecto limita su ejecución al uso de componentes de libre acceso conocido en el estado del arte por cualquier técnico electromecánico en cuestión excluyendo tecnologías en desarrollo como baterías de grafeno, motores prototipos de todo tipo, etc.
- El presente proyecto excluye por completo la consultoría personalizada hacia universitarios, técnicos, ingenieros o cualquier interesado en cuestión, limitando su aplicación hacia la emisión de información por medio de redes sociales como FACEBOOK, YOUTUBE, GOOGLE, ETC.
- El presente proyecto limita su aplicación a motocicletas de 2 ruedas con construcción y características técnicas conocidas en el estado del arte por un técnico en cuestión como compatibles o similares, basados y limitándose por el modelo base "YAMAHA SX750 1979 750CC 3CIL"

FUNDAMENTO TEÓRICO

El planteamiento fundamental teórico para la ejecución de este proyecto consiste en la sustitución del sistema principal de potencia y sus accesorios en el equivalente sistema, pero en funcionamiento por alimentación eléctrica, partiendo del punto de partida que un motor de combustión interna alimentado por gasolina tiene su representación equivalente en potencia eléctrica siendo 1HP igual a 746Watts de potencia eléctrica y adicionalmente donde cada componente auxiliar al sistema de potencia del motor de gasolina tiene su equivalente en funcionalidad también eléctrica. Por ejemplo, el equivalente a al combustible será las baterías, el equivalente al medidor de gasolina será un medidor de baterías, etc.

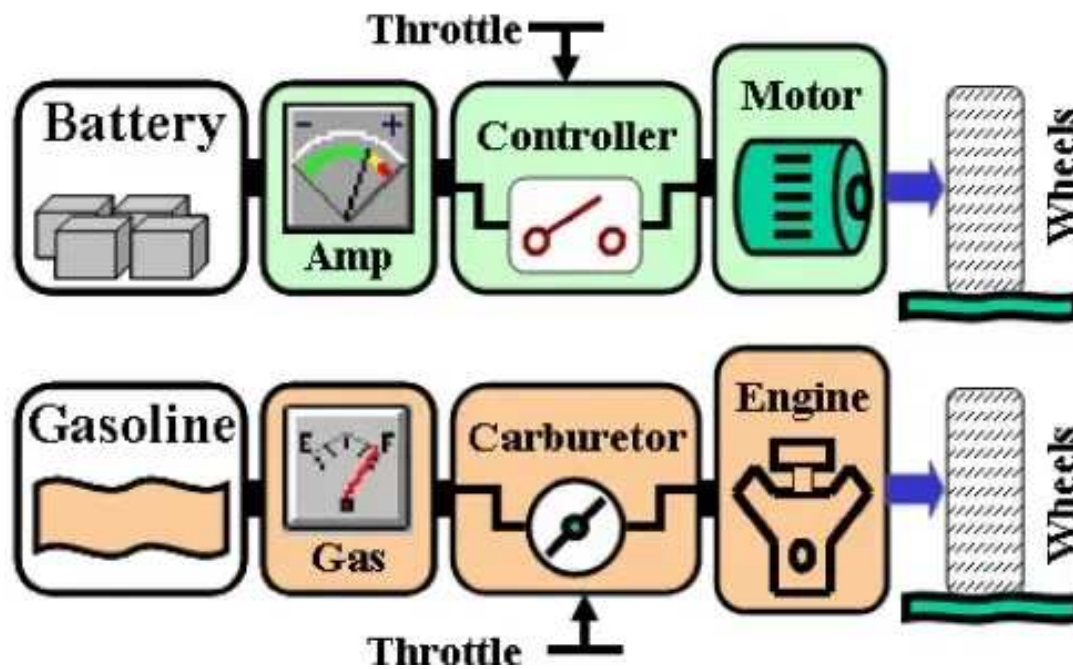


Ilustración 1 Esquema básico del Sistema de potencia de un vehículo de motor de combustión interna Vs un vehículo eléctrico.

Adicionalmente al planteamiento teórico del principio de equivalencia de potencia, energía y funcionalidad de componentes, encontramos que industrial y comercialmente existe una amplia variedad de vehículos para aplicaciones de manipulación de materiales como montacargas, palle jacks, grúas, escaleras eléctricas, y carros de golf cuyo sistema eléctrico de potencia coincide perfectamente con el sistema de un vehículo eléctrico y en que en nuestro caso será el principal enfoque de estudio, ya que al estudiar sus componentes se podrán aplicar nuestro proyecto.



Ilustración 2 Ejemplos de vehículos para aplicaciones de manipulación de materiales como montacargas, pallejacks y carros de golf.

1.COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA DE POTENCIA

CONTROLADOR DE VELOCIDAD CURTIS 1205 24-36V 400A 14.4KW 19HP

Los controladores de velocidad electrónica de motor Curtis están diseñados para proporcionar un control de velocidad y par suave, silencioso y rentable en una amplia variedad de vehículos eléctricos.

Algunos controladores están diseñados principalmente para aplicaciones de manipulación de materiales y los algunos otros para vehículos de carretera.



Ilustración 3 distintos controladores de velocidad para motores eléctricos AC y DC

Al igual que todos los modelos de controladores de la serie Curtis PMC 1200, el 1209B / 1221B / 1221C / 1231C ofrecen un control superior de la velocidad para el operador de accionamiento del motor del vehículo. Algunas de las características de estos controladores incluyen:

- Unidad de velocidad variable y control de frenos en un solo componente.
- Los diseños de los MOSFETs de potencia proporcionan una alta eficiencia y un funcionamiento silencioso (para reducir pérdidas en el motor y las baterías).
- Des-habilitador de posición alta del pedal (HPD- High pedal disable) supervisa el estado de la función del acelerador durante el encendido que evita la operación hasta que el acelerador ha sido devuelto a la posición neutra [característica opcional].
- El circuito de protección térmica y de compensación proporciona recorte de exceso de temperatura, así como para temperatura baja y límite de corriente constante a lo largo de todo el rango operativo.
- La función de recorte de tensión mínima protege contra la tensión de la batería baja, incluyendo baja tensión causada por las cargas externas
- La función de protección del pedal de aceleración POTENCIOMETRO apaga el motor en caso fallo de un circuito abierto en el acelerador o su cableado para evitar condiciones fuera de control.
- La función de desplazamiento de la frecuencia proporciona un mejor control del límite de corriente a bajos ciclos de trabajo [Sólo los modelos "C"].
- Instalación sencilla sin necesidad de ajustes.
- Barras de cobre sólido estañado.
- Conectores de presión para el cableado de control.

Precauciones

Trabajar con vehículos eléctricos es potencialmente peligroso; se deben tomar precauciones de seguridad para proteger el bienestar, contra arcos eléctricos y la gasificación de plomo de las baterías.

- **Descontrol:** Algunas condiciones de fallo podrían hacer que el vehículo se quede sin control, por tal razón es importante levantar el vehículo y separar las ruedas de tracción del suelo antes tratar procedimientos de instalación, reparación o cualquier otro trabajo en el circuito de control del motor.
- **Arcos eléctricos de alta corriente:** Las baterías de los vehículos eléctricos pueden suministrar una potencia muy elevada, y arcos eléctricos pueden ocurrir si están en corto circuito. Se debe abrir el circuito de la batería antes de trabajar en el circuito de control del motor. También se debe usar gafas de seguridad y hacer uso adecuado de las herramientas para prevenir cortocircuitos aislados.
- **Baterías de ácido de plomo:** Cargar o descargar las baterías, genera gas de hidrogeno que puede acumularse alrededor de las baterías, se deben seguir las recomendaciones de seguridad proporcionadas por el fabricante de las baterías y utilizar lentes de seguridad.

Instalación técnica del controlador

El controlador puede ser orientado en cualquier posición, pero la colocación debe ser seleccionada con mucha precaución para mantenerlo seco y limpio. Si no es posible colocarlo en una ubicación limpia y seca deberá ser usado un protector que lo proteja de salpicadura o derrame de líquidos.

El controlador debe fijarse con cuatro tornillos en una superficie limpia y plana que proporcionen una disipación del calor adecuada. La superficie de instalación del controlador es parte integral en la transferencia el calor, y afecta en la capacidad para disipar el calor. El contorno de la base y dimensiones de montaje se muestran en la ilustración 2:

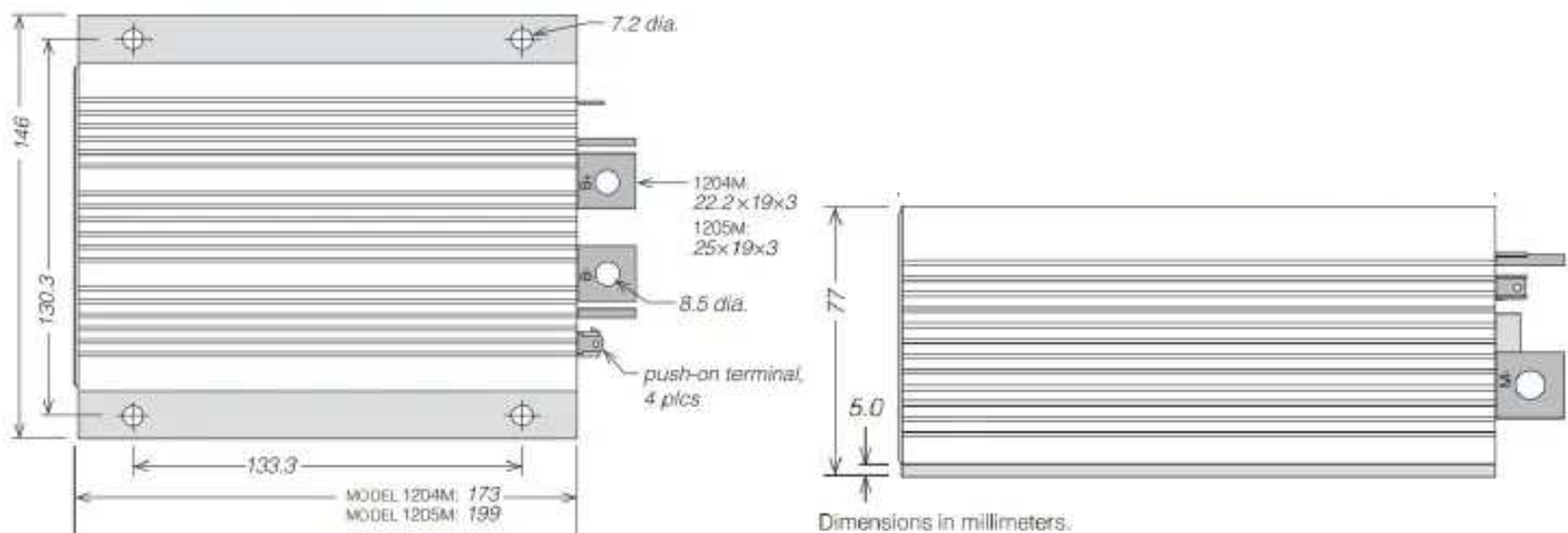


Ilustración 3 Dimensiones de montaje de controladores Curtis 1205 24-36V 400A

Para el caso de montar el controlador 1209B/1221B/1221C asegúrese de permitir el libre acceso de los tornillos, aunque no suele ser usada una pasta térmica en la unión de la placa base y la superficie del controlador, puede ser usada para mejorar la disipación del controlador.

Acelerador (Potenciómetro 0-5Kohms)

La entrada del acelerador del controlador estándar es de 0-5Kohms. Los aceleradores en modulo CURTIS (PB-5,-6, -9, -10) están diseñados para esa entrada. Algunos de estos aceleradores en modulo tienen integrado un micro interruptor, eliminando la necesidad de instalar un interruptor de actuación del pedal. También existen algunos aceleradores modulares Curtis (FP-2) que eliminan la necesidad de una instalación por articulación, es decir es el pedal completo. Las dimensiones de ambos módulos de muestran en las ilustraciones 3 y 4.

Cualquier módulo de aceleración ofrece una impedancia de salida de 0-5Kohms trabajando con un potenciómetro estándar. Para otros tipos de controlador se deberá contactar al fabricante.

Si se utiliza un acelerador en modulo se deberá instalar de manera que el espacio permita la correcta articulación del brazo de palanca del acelerador en el rango máximo. El brazo de palanca tiene una serie de orificios para que el pedal de aceleración pueda desplazar y ser convertido el movimiento lineal en la cantidad correcta de rotación del potenciómetro.

Se debe usar un segundo resorte de retroceso del brazo de palanca del pedal como medio de seguridad que evite el descontrol por la completa aceleración (esto podría suceder si el único resorte se rompe). Si el recorte integrado al módulo de aceleración es insuficiente, se deberá de agregar 2 resortes adicionales. También se requiere un límite mecánico del acelerador, que limite de manera definitiva el rango de giro del pedal de manera secundaria. Este tope mecánico evitara que el brazo de palanca supere el límite de flexión por una fuerza indebida que se aplique al pedal.

Proteger el modulo acelerador contra suciedad y salpicaduras de agua ayudara a evitar problemas por corrosión y cortos circuitos. Después de que el módulo de aceleración allá sido instalado se podrá hacer una prueba de operación del pedal midiendo la resistencia entre los 2 cables con un óhmetro. Con el pedal no aplicado, la resistencia deberá ser menor a 50 ohm. Si el pedal es aplicado, deberá aumentar sin problemas hasta alcanzar valores entre 4500 y 5500 ohm. Valores inferiores a los 4500 ohm podría ocasionar una reducción en la eficiencia y límite de velocidad máxima. Valores superiores a los 7000 ohm indicaran que el módulo de aceleración está dañado y provocaran que el controlador se apague y se proteja automáticamente.



Ilustración 4 Modelos comerciales de aceleradores para vehículos y motos eléctricas por resistencia óhmica standar 0-5k Ohms

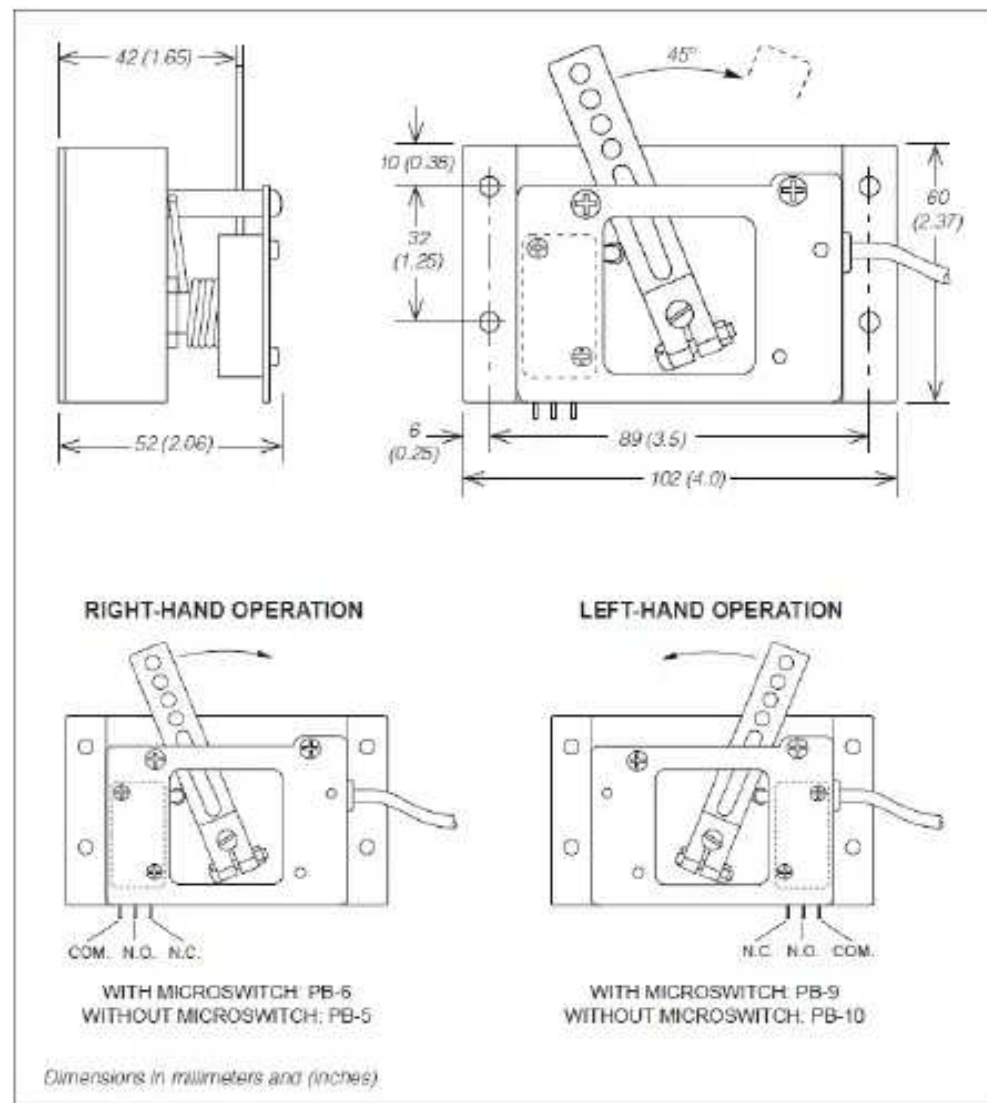


Ilustración 5 Dimensiones de montaje de módulos de aceleración Curtis PB-5, -6,-9 y -10.

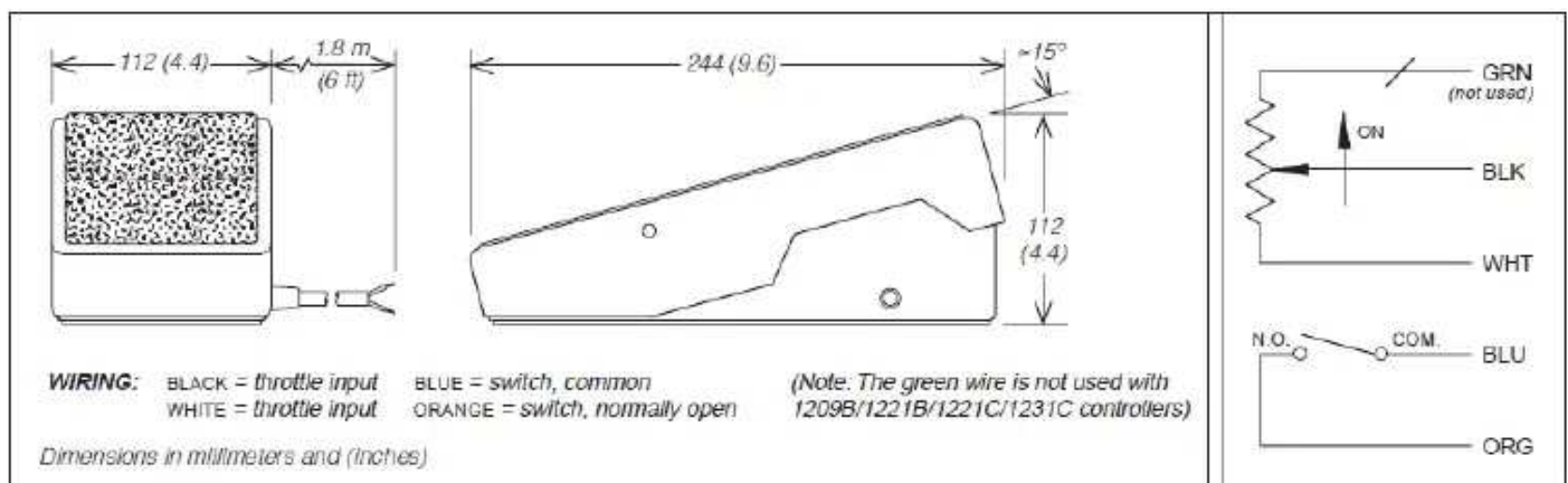


Ilustración 6 Dimensiones de montaje de acelerador de pedal Curtis FP-2.

Potenciómetro 0-5Kohms

Un gran porcentaje de controladores de velocidad están disponibles para señales de entrada de potenciómetros con un rango de 0-5Kohms. Utilizar este tipo de potenciómetro, el controlador ofrecerá una resistencia de salida aproximada de 4400 ohm con una salida completa de menos de 300 ohm.

Otros accesorios.

Otros accesorios recomendados para la instalación típica de los controladores se muestran en la ilustración 5 y para la instalación del modelo 1231c en la ilustración 6.

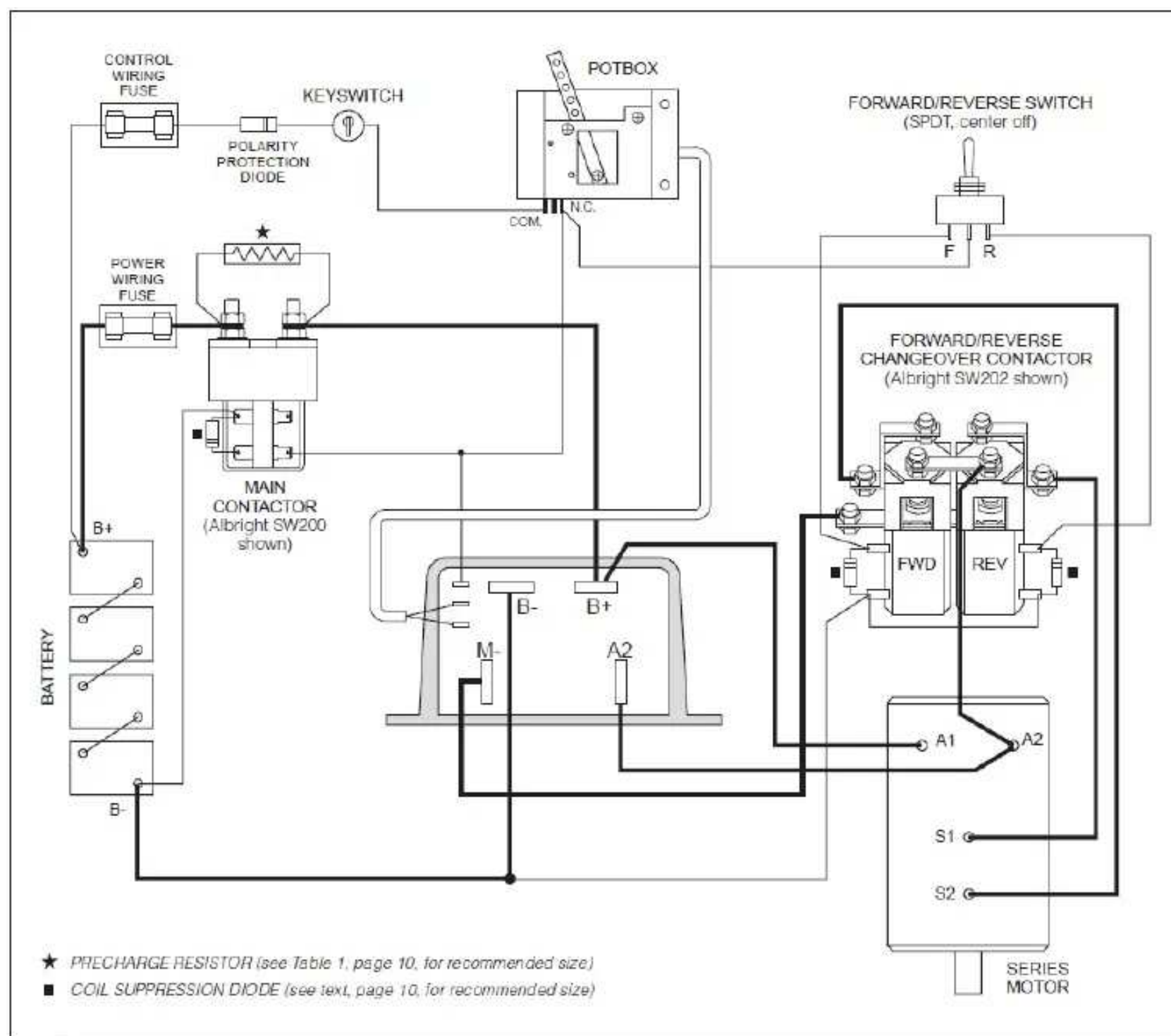


Ilustración 7 Instalación típica de controladores modelo Curtis con función de reversa.

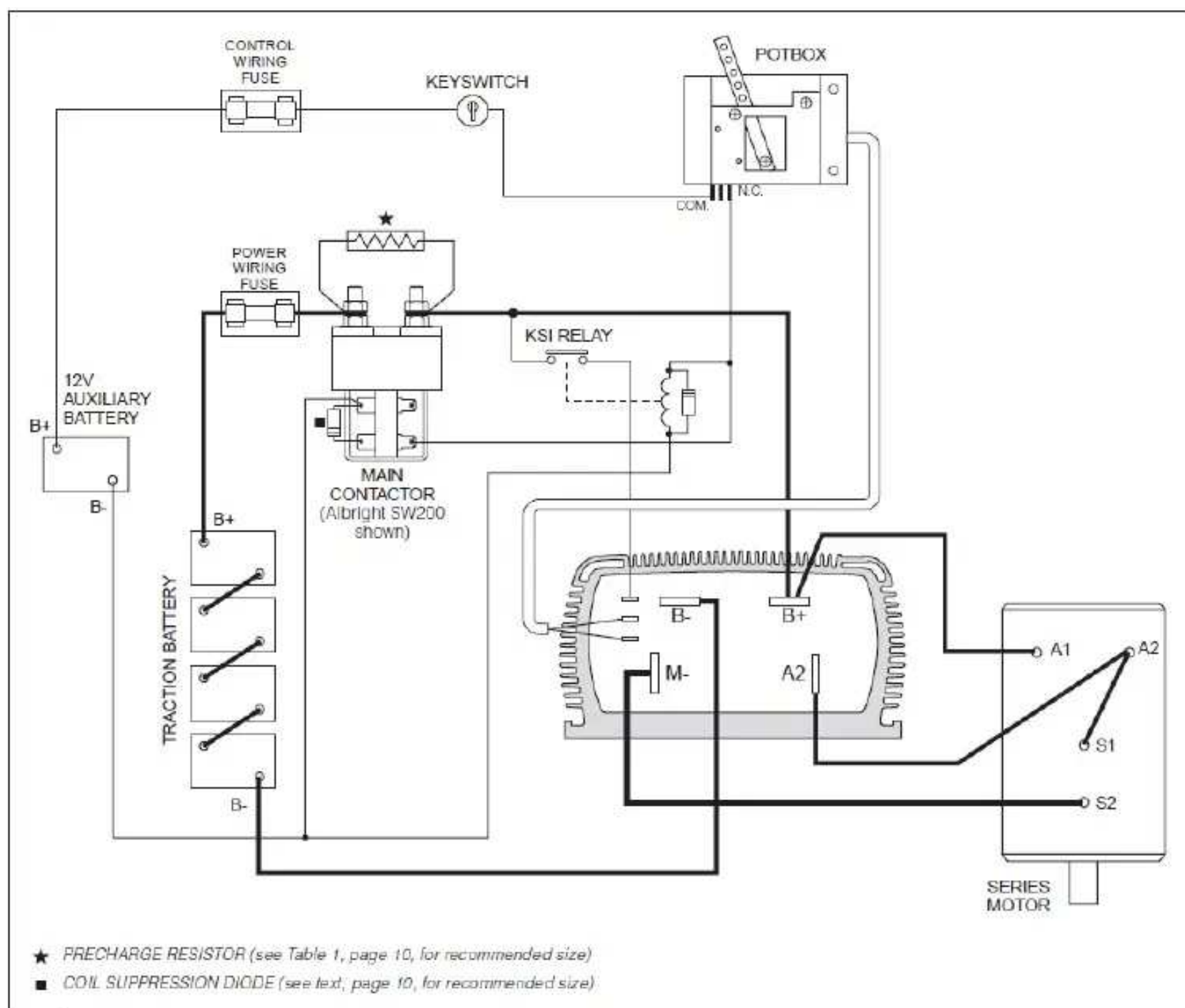


Ilustración 8 Instalación típica de controladores modelo Curtis para voltajes desde 24 a 144Vdc

Los contactores deben ser montados en una ubicación limpia y seca. Si no es posible colocarlo en una ubicación limpia y seca deberá ser usado un protector que lo proteja de salpicadura o derrame de líquidos. La resistencia de precarga y el diodo de supresión de la bobina conectados al contactor principal (y los diodos de supresión conectados al contactor reversible para aplicaciones de reversa) son componentes poco delicados. Debe tomarse la debida precaución para evitar dañarlos durante la instalación.

Contactor principal.

La mayoría de las aplicaciones utilizan un controlador en serie con el positivo de la batería (B+), cable para desconectar toda la alimentación cuando el sistema está apagado, como se muestra en las ilustraciones 5 y 6. Se recomienda el uso de un contactor de alta resistencia de un solo polo tal como el ALBRIGHT SW202.

Un diodo de supresión debe ser usado en la bobina del contactor. El modelo CURTIS PMC p/n MP-1 (diseñado para 100V y 3amp) es el apropiado para sistemas inferiores a 72v. En sistema con voltaje superior a los 72v las bobinas de los contactores son energizados desde el banco de baterías, debe ser usado un diodo con interrupción de ruptura de al menos 200v. Las cargas rápidas de los condensadores de filtro internos del controlador provocan que una alta corriente de entrada fluya brevemente cuando el contactor se cierra. Para prolongar la vida útil de contactor, se recomienda una resistencia de precarga; la resistencia de precarga de los condensadores reduce la corriente de entrada a través de los contactos. Si el costo no es problema, puede utilizar uno de tipo solenoide, la resistencia es obligatoria para evitar la soldadura de contacto. Los valores de resistencia de precarga recomendadas y las clasificaciones de potencia se enumeran en la Tabla 1. Estas resistencias proporcionarán la máxima tensión de precarga mientras sea capaz de disipar la energía generada por la tensión de la batería completa sin fallo. NOTA: Una resistencia con una potencia inferior puede prenderse fuego si un fallo del sistema se aplica al voltaje total de la batería a través de ella.



Ilustración 9 Algunos ejemplos de contactores principales DC 400Amperes.

Contadores Reversibles

Las bobinas de contactores reversibles deben coincidir con el voltaje de la batería del vehículo. La corriente de la bobina máxima permitida para cada contactor es de 1 amperio. Se recomienda el cambio del selenoide convencional por un reversible tal como el contactor Albright SW202 (disponible de Curtis). Por otra parte, puede implementar dos de un solo polo, aunque barato, por lo general no tienen una vida prolongada.

Un diodo de supresión debe ser usado en la bobina del contactor. El modelo CURTIS PMC p/n MP-1 (diseñado para 100V y 3 amp) es el apropiado para sistemas inferiores a 72v. En sistema con voltaje superior a los 72v las bobinas de los contactores son energizados desde el banco de baterías, debe ser usado un diodo con interrupción de ruptura de al menos 200v.



Ilustración 10 Ejemplos de contactores reversibles para motores DC, que permiten el cambio de sentido de giro del motor.

Interruptores Avance / Retroceso

Las bobinas de contactores de *Avance / Retroceso* pueden ser operadas por cualquier tipo de interruptor mono polar o de doble vía con apadado al centro capaz de conmutar la bobina corriente. se utilizan generalmente de palanca o interruptores basculantes.

Si el controlador tiene función opcional: Des-habilitador de posición alta del pedal (HPD - High pedal disable) y usted planificar conectarlo de rueda libre, el mejor interruptor es una de doble polo o doble vía), es un interruptor de palanca con un mecanismo que obliga a parar en la posición central (neutro) antes de entrar en la dirección opuesta. Si un interruptor estándar se mueve rápidamente de una dirección a la otra, puede que el en punto muerto no sea accionado por el tiempo suficiente para activar el HPD, y el motor se frene. El interruptor debe estar en punto muerto durante varios milisegundos para accionar HPD.

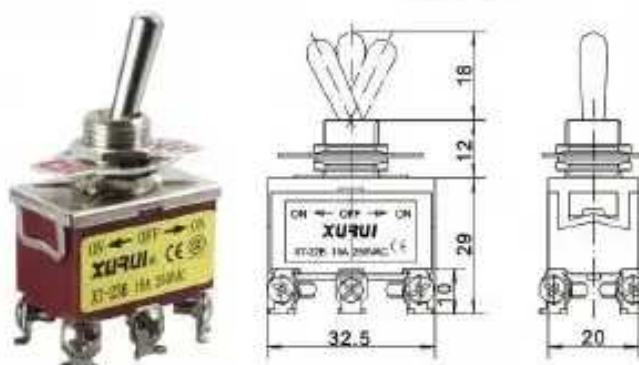


Ilustración 11 Interruptor de doble vía para control de sentido y retroceso del motor.

Interruptores de llave y enclavamientos

El vehículo debe tener un interruptor general de encendido/apagado para apagar el sistema cuando no esté en uso. Generalmente es utilizado un interruptor de llave.

Varios otros enclavamientos de seguridad y comodidad también se pueden usar para prevenir el funcionamiento del motor durante ciertas condiciones. Por ejemplo, un enclavamiento cargador de batería se puede utilizar para evitar la operación durante la carga. Del mismo modo, un interruptor en el asiento se puede utilizar para apagar el vehículo cuando el operador se levanta del asiento del conductor. Los contactos de estos interruptores deben estar clasificados para operar según la corriente total de los contactores.



Relevador de interruptor de llave

Está recomendado un relé interruptor de llave para su uso en sistemas de alta tensión, este relé impide que el voltaje completo del paquete baterías se transfiera al operador a través del microinterruptor acelerador, que potencialmente expone al operador a la fuente de alta tensión. El relé debe estar clasificado para llevar un mínimo de 30 mA de la tensión nominal desde el paquete de baterías.

Diodo protector de polaridad

Debe añadirse al circuito de control un diodo para la protección de la polaridad, este diodo deben ser del tamaño adecuado para las corrientes totales máximas de la bobina del contactor.

Fusible del cableado de control

Es recomendado un pequeño fusible (típicamente 10amps) conectado en serie con el B + de alimentación para el cableado de circuitos de control para proteger el circuito de control de cortocircuitos accidentales.

Fusible del cableado de alimentación

Se recomienda un fusible apropiado para el controlador para proteger el cableado del circuito de alimentación.

2.CABLEADO

Conexiones de **BAJA** corriente

Tres terminales 1/4 "push-on" se proporcionan para las conexiones: una para el KSI (interruptor de llave de entrada) y dos para las entradas del acelerador. Si el controlador tiene una entrada de válvula reguladora de voltaje, sólo habrá un terminal del acelerador. Para el cableado de control, 0,75 mm² (# 18 AWG) Se recomienda aislamiento vinilo con cable trenzado.

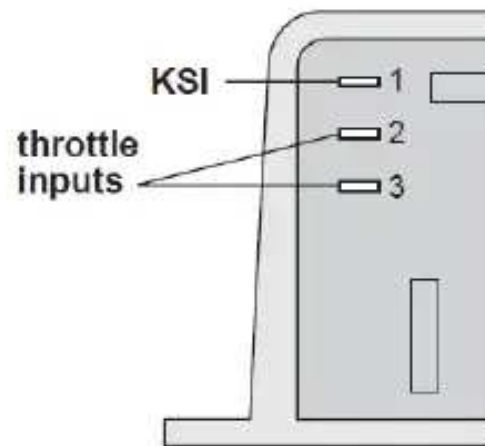


Ilustración 12 Conexiones de baja corriente

Conexiones de **ALTA** corriente

Cuatro barras de cobre estañado sólido se proporcionan para las conexiones de alta corriente a la batería y el motor.

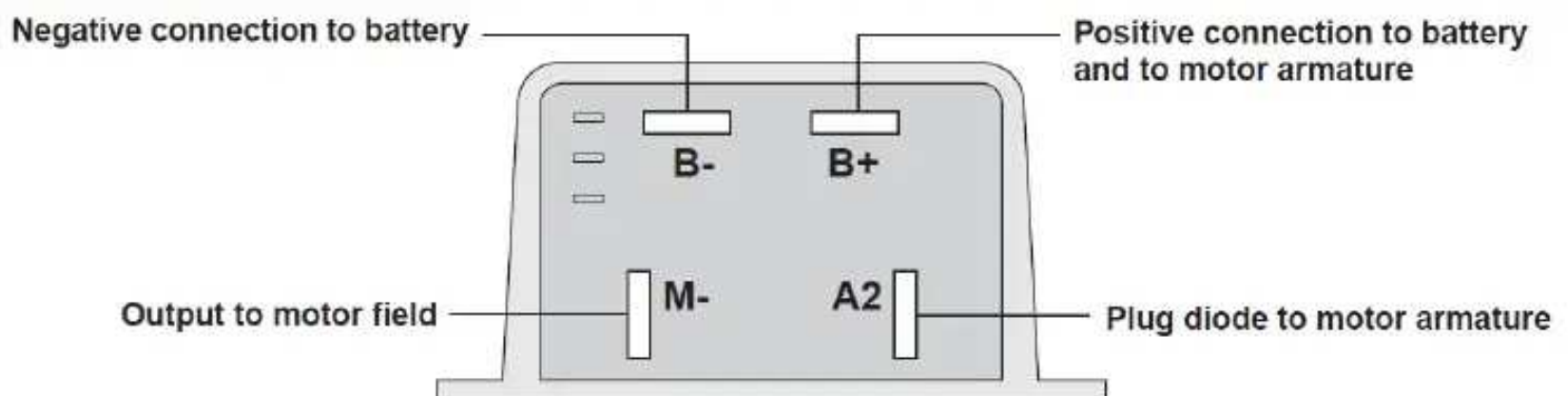


Ilustración 13 Conexiones de ALTA corriente

Los cables utilizados para las conexiones de la batería y el motor deben ser lo suficientemente gruesos como para llevar la gran corriente requerida, es conveniente trabajar con aislamiento de goma para las soldaduras debido a su flexibilidad.

Las conexiones a las barras de control deben realizarse con zapatas adecuadas para el cable utilizado, sujetado por pernos y tuercas M8 (5/16 "). Al apretar los tornillos, se deben utilizar dos llaves opuestas. Si no se utiliza la técnica de dos llaves podría causar una presión excesiva para ser colocado en las conexiones internas, y también podría resultar en juntas agrietadas alrededor de las barras colectoras.

Cableado: Conexión típica

La ilustración 9 es un diagrama esquemático típico de los controladores 1209B, 1221B, y la instalación del modelo 1221C es mostrada en la ilustración 6. Con la conexión del cableado de esta manera, el vehículo se conecte al freno si la dirección se cambia con el vehículo en marcha y el acelerador aplicado. Cambio de sentido se logra a través de un contactor de marcha atrás / adelante cambio de lado o de dos polos individuales. Deben ser usados diodos de supresión de las bobinas de los contactores de marcha atrás / adelante.

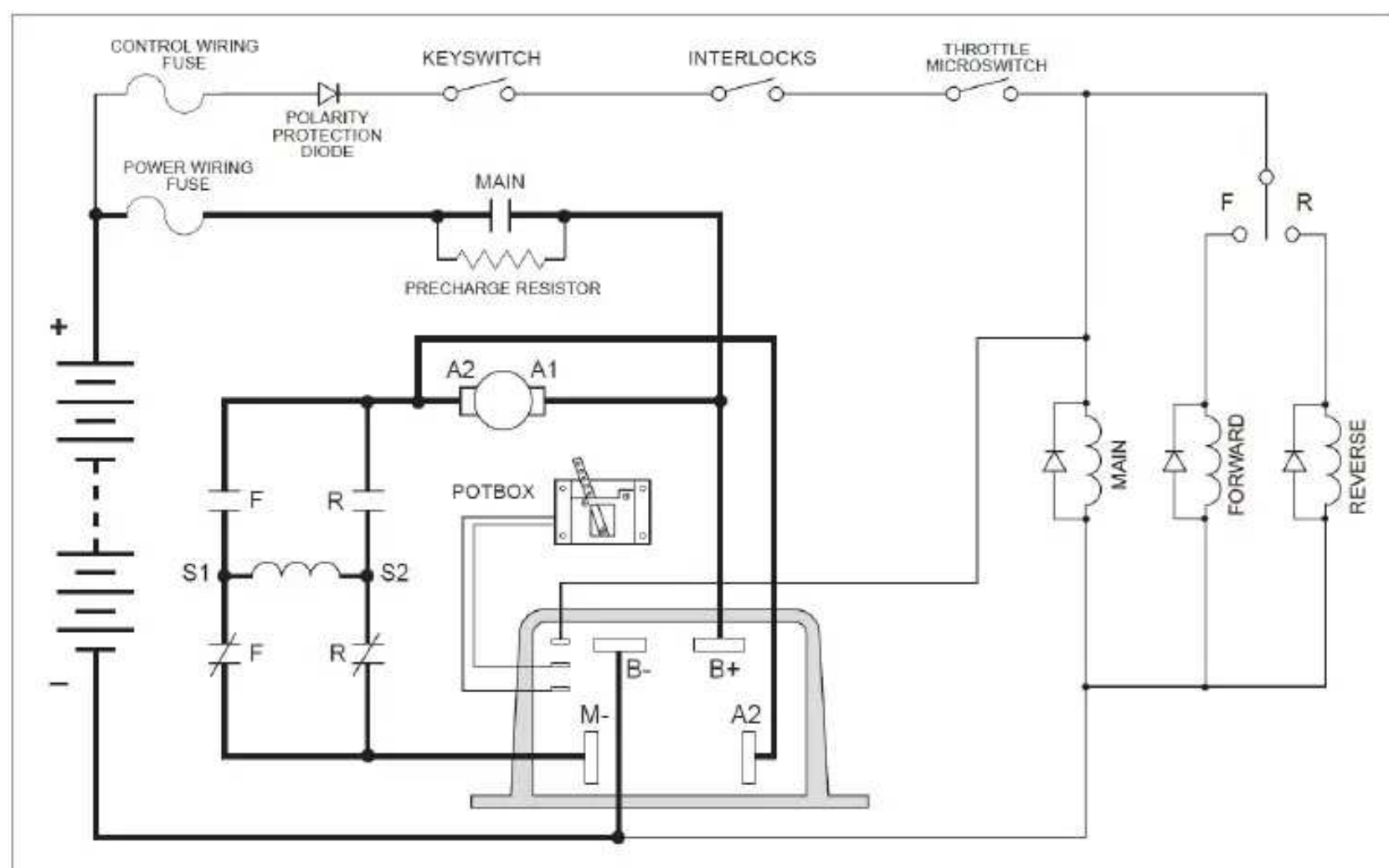


Ilustración 14 Configuración de cableado básico para controladores Curtis PMC 1209B/1221B/1221C

La ilustración 10 es un diagrama esquemático de la instalación 1231C que se muestra en la Figura 8. Este esquema de cableado aísla el cableado de control en la cabina del conductor de las conexiones de alto voltaje del sistema de accionamiento de potencia, proporcionando así la máxima protección para el conductor.

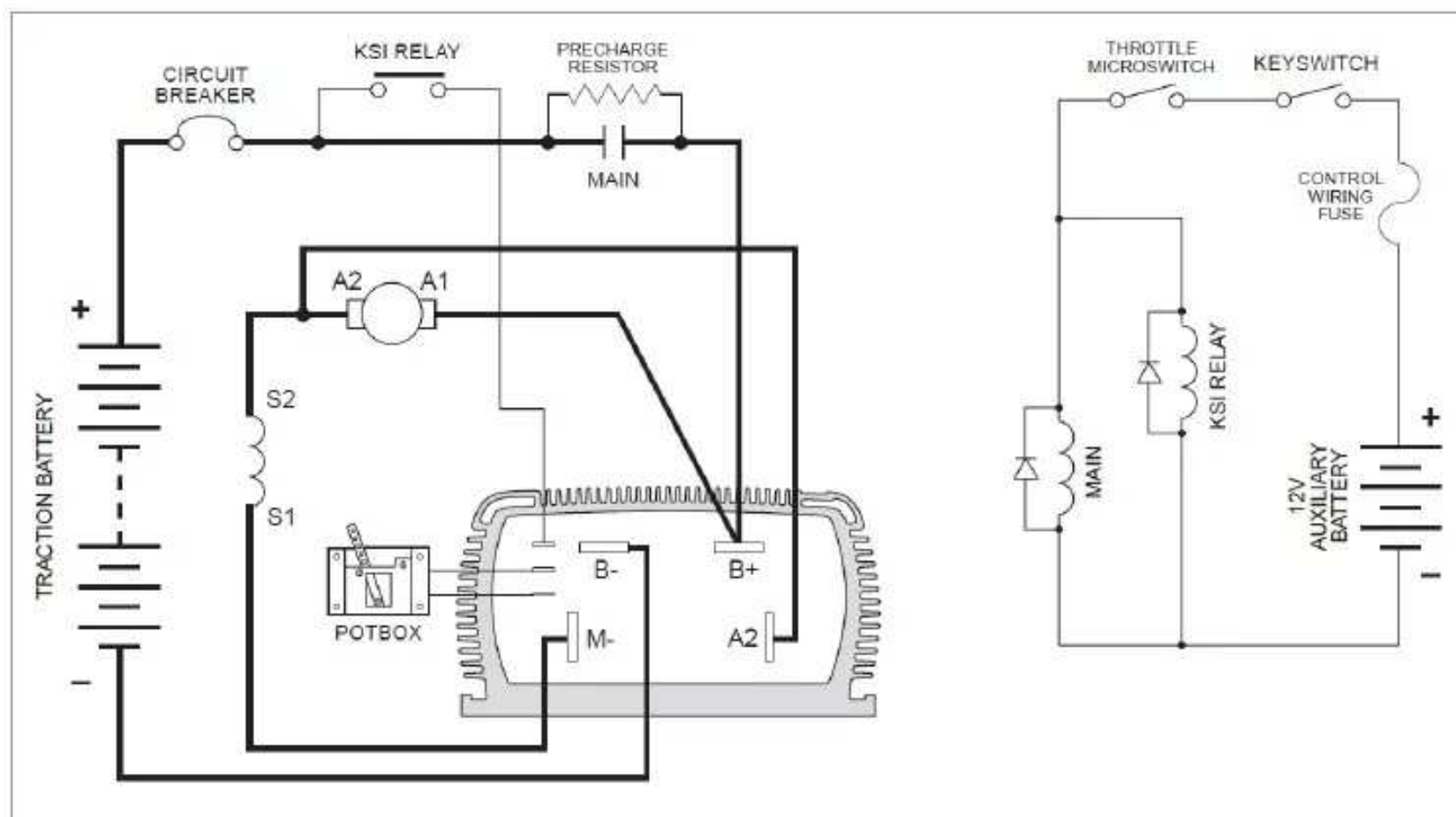


Ilustración 15 Configuración de cableado básico para controladores Curtis PMC 1231C

Cableado KSI

El circuito de entrada de llave (KSI) incluye las aportaciones de la llave y de los distintos enclavamientos. El control KSI se utiliza para activar el controlador de encendido y apagado. KSI está activada mediante la conexión a la batería B +. Cualquier voltaje positivo mayor que aproximadamente 8 voltios hará que se encienda el controlador, pero por lo general se utiliza el voltaje completo de la batería del vehículo.

En su forma más simple, KSI es operado por una llave que gira y evita el uso no autorizado del vehículo. El interruptor de seguridad también debe apagar el contactor principal y contactores de avance / retroceso en modelos 1209B, 1221B y 1221C.

Esto actuará como una característica de seguridad mediante la eliminación de la fuente de alimentación del sistema de control del motor cuando el interruptor de llave está apagado.

Enclavamientos deben ser conectados en serie para que apague el controlador de KSI y el contactor (s). (interruptores de seguridad, enclavamientos cargadores de batería, etc.)

Se recomienda un relé interruptor de llave para sistemas de alta tensión. Debería ser cableado como se muestra en la ilustración 9. Este relé impide que el completa voltaje de la batería se transfiera al operador a través del micro interruptor del acelerador, que expone potencialmente al operador a la fuente de alta tensión.

Cableado de contactores reversibles

Los esquemas de cableado de contactor reversible descritos aquí suponen el cableado de alimentación como se muestra por las líneas gruesas en la ilustración 9. Algunos vehículos, especialmente aquellos que previamente han utilizado los controladores más antiguos, del tipo de resistencia, puede revertir la armadura del motor en lugar del devanado de campo. Tenga cuidado si va a reemplazar este tipo de controlador.

Cuando se utiliza el controlador de Curtis PMC es esencial que el campo se invierta y que la armadura pueda ser conectada directamente a B + del regulador y a las terminales A2, debido a que el diodo está conectado el enchufe dentro de estos terminales.

Enchufe de frenado

El cableado de control estándar del enchufe de frenado se muestra en la ilustración 9 (líneas finas). El interruptor de avance / retroceso debe estar en la alimentación positiva a la bobina de contactores, de modo que puedan ser apagados por el interruptor de llave, enclavamientos, y microinterruptor del acelerador. La bobina de un contactor o la otra se energiza para seleccionar la dirección deseada. Las bobinas de los contactores deben tener diodos de supresión conectados a través de ellos para mejorar la vida de los contactos del interruptor.

Este es el cableado es recomendado para los controladores con la opción HPD, en aplicaciones donde se desea enchufe de frenado. Si el controlador no tiene la HPD opción, se recomienda que utilice la alternativa de cableado mostrada en la ilustración 11 en lugar del cableado estándar; esta alternativa cableado proporcionará la operación del contactor sin arco eléctrico.

Nota: el enchufe de frenado no se recomienda para los vehículos eléctricos en carretera. La característica de frenado por enchufe está diseñada para aplicaciones de manipulación de materiales de carga y baja velocidad.

Ejecución libre: Cableado para inhibir el complemento de frenado

Si el controlador tiene la opción de HPD, esta característica puede ser utilizada para inhibir la clavija de frenado girando brevemente fuera de entrada KSI del controlador cuando el interruptor avance / retroceso pasa por neutro. Como se muestra en la ilustración 11, otro conjunto de contactos es añadido en el interruptor de avance / retroceso. Por lo tanto, un Interruptor central de apagado de doble polo, doble tiro (DPDT) debe ser utilizado para esta configuración. Un "interruptor de doble vía con neutro" es recomendado, para garantizar que el interruptor esté en punto muerto el tiempo suficiente para accionar el HPD e inhibir el tapón de frenado.

El enchufe de frenado puede activarse durante la marcha libre soltando el acelerador y volver a aplicar.

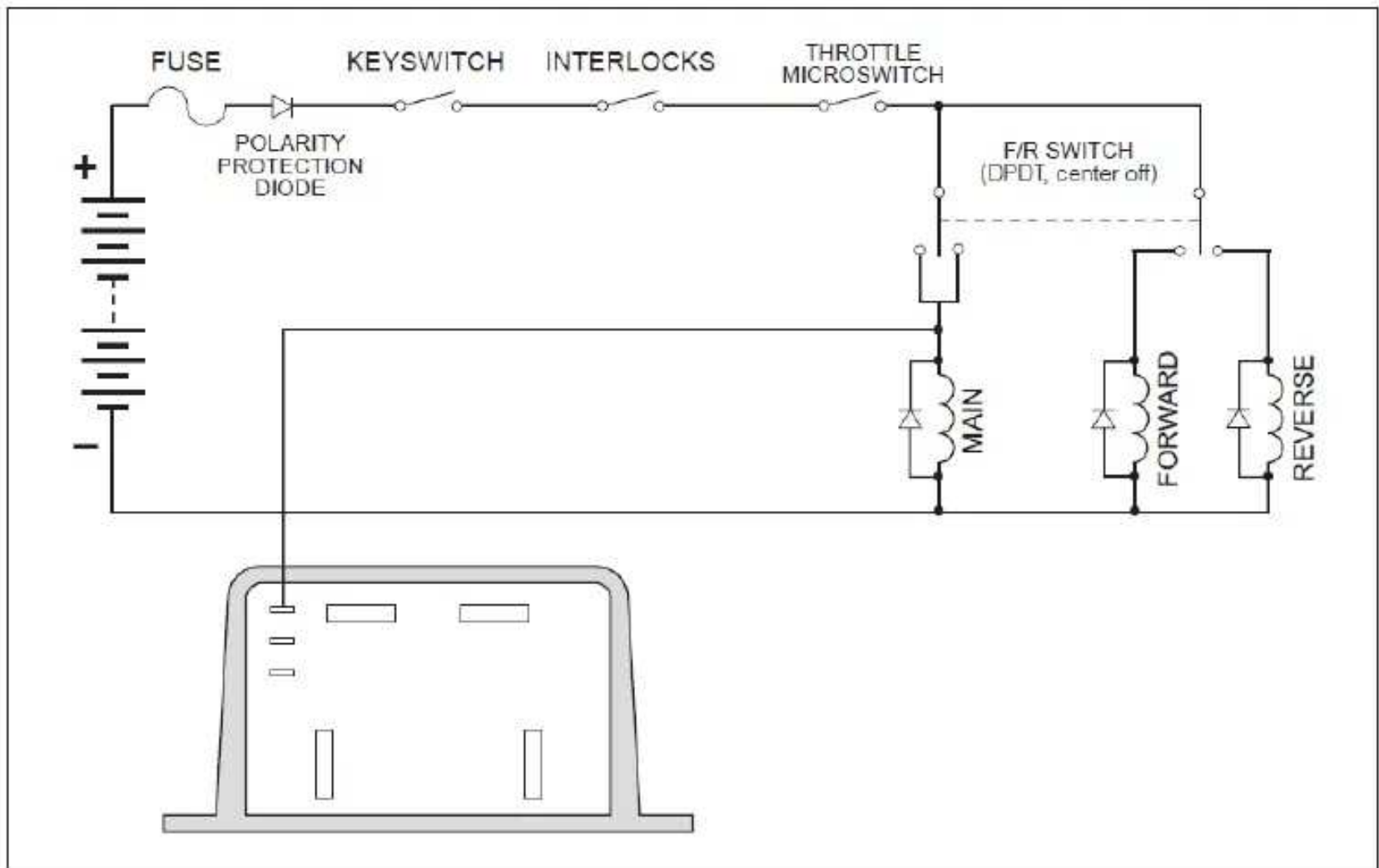


Ilustración 16 Diagrama alternativo de cableado del sistema reversible, para una activación de contactores sin arco eléctrico, Cableado en un controlador con HPD.

Cableado del potenciómetro

Cableado estándar

Si la entrada del acelerador al controlador es de una unidad Curtis PMC o de pedal, el cableado es simple: sólo tiene que conectar los dos hilos del cable de la unidad o pedal las dos terminales de presión-ON del controlador, como se muestra en las ilustraciones 9 y 10. Se no importa qué cable va en qué terminal. Los cables pueden extenderse como necesario.

IMPORTANTE: Todos los vehículos deben tener microinterruptor del acelerador accionado para proteger contra desboque en el caso de que el interruptor de avance / retroceso se desboque en cualquier dirección. Si su unidad no tiene un micro interruptor incorporado, usted debe agregar uno.

Cualquier potenciómetro adecuado de resistencia nominal 5 kW de entrada trabajará con el del acelerador estándar de los controladores 1209B / 1221B / 1221C / 1231C. Como se muestra en la ilustración 12, la conexión debe hacerse al centro y a una terminal exterior para que se aplique la resistencia gradual a medida que el acelerador gira.

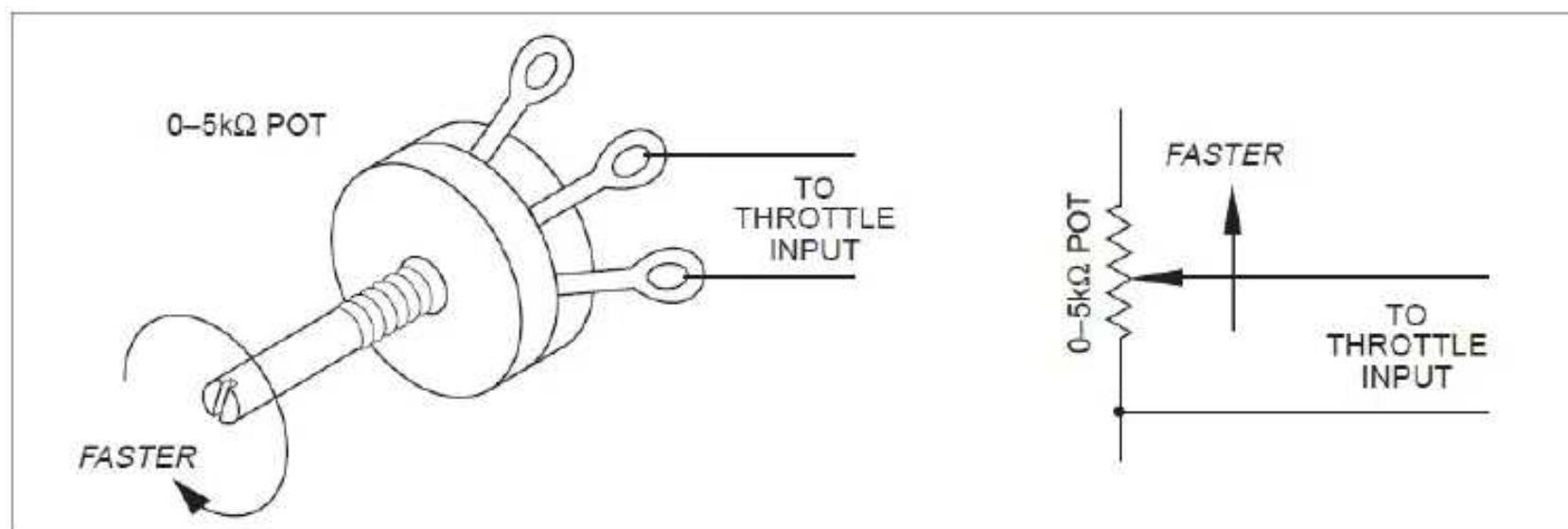


Ilustración 17 Potenciómetro estándar 0-5kohms

PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

Una vez analizados los principales componentes eléctricos del sistema de potencia y sus accesorios auxiliares, buscamos una motocicleta usada que permitiera la adaptación de esos componentes a la estructura y sea adaptara al proceso de conversión, buscando distintas opciones encontramos el modelo de motocicleta “YAMAHA SX750 1979” con un motor a gasolina de 3 cilindros con la característica adicional de ser de flecha cardan para la transmisión de energía a la llanta trasera, y cabe destacar que el dueño original la vendía a buen precio por la razón que estaba descompuesta del motor a gasolina y básicamente no encontraba las refacciones originales. La motocicleta original cuenta con las siguientes características:

Tabla 1 Características técnicas motocicleta de gasolina YAMAHA SX750 1979.

Marca y modelo	Yamaha SX750
Año	1979
Motor	4 tiempos, 3 cilindros en línea transversal, DOHC, 2 válvulas por cilindro.
capacidad	747 cc / 45.6 cu in
Diámetro por carrera	68 x 68.6 mm
Radio de compresión	9.5 : 1
Sistema de refrigeración	Enfriado por aire
Inducción	Carburador de velocidad constante de 3 gargantas
Ignición	Electrónica TCI
Arrancador	Eléctrico
Embrague	Multiplaca sumergido en aceite
Potencia máxima	50.4kw / 69hp @ 8500RPM
Transmisión	5 velocidades
Tipo de salida	Espiga
Radio de transmisión	1ra 14.66 /2da 9.48 /3ra 7.76 /4ta 6.53 /5ta 5.71:1
Angulo Rake	27 grados
Trail	114mm / 4.5"
Suspensión frontal	Amortiguadores telescópicos con ajuste 36mm
Carrera llanta frontal	176mm / 6.9"
Suspensión trasera	Doble amortiguador de choque con 5 preajustes
Carrera llanta trasera	102mm / 4"
Frenos frontales	Disco 267mm x 2
Freno trasero	Un disco 265mm
Llanta delantera	3.25 - 19
Llanta trasera	4.00 - 18
Peso	230kg / 507lb
Capacidad de combustible	19 litros / 5 galones
Rendimiento de combustible	5.2L / 100km 19.1km/Lts --- 45mpg
Frenado 100Km/hr - 0	42m / 138ft
Aceleración ¼ de milla	13.1 seg / 163 km/hr / 101mph
Velocidad Maxima	187km/hr 116mph

Adquisición de la motocicleta para proyecto compra YAMAHA SX750 1979



Ilustración 18 Fotografías de motocicleta comprada para proyecto YAMAHA SX750 1979

La idea principal de adquirir una motocicleta en las mejores condiciones físicas y estéticas es con el objetivo de invertir nuestro mayor potencial en el proceso de actualización tecnología y proceso eléctrico e invertir el menor tiempo y recursos en la parte estética claro que en la práctica dependerá del interés de cada quien.



Ilustración 19 Fotografías de motocicleta comprada para proyecto YAMAHA SX750 1979



Ilustración 20 Una vez adquirida nuestra motocicleta base y lista en nuestro taller para trabajar.

Desmontaje de componentes de la motocicleta a gasolina

Después de adquirir la motocicleta y llevarla a nuestra primera área de trabajo con herramientas sencillas y en un par de hora desmontamos todos los componentes principales, retirando todos y cada uno de los elementos del motor de combustión interna que ya no se usaran, como el tanque de la gasolina, batería auxiliar, escapes, todo el cableado eléctrico he instrumentación y finalmente el motor completo y transmisión que están integradas en el mismo bloque. En la ilustración se aprecian todos los componentes desmontados, he incluso se muestra lo que es la cabeza, junto con el carburador de 3 gargantas y ambos árboles de levas, ya que se encontraba dañado del motor y previamente había sido abierto el motor, lo que facilito en menor medida el desmontaje de componentes.



Ilustración 21 Componentes de la motocicleta yamaha sx750 1979 desmontados.

Esta primera etapa de adquisición de la motocicleta y desmontaje de componentes la puedes visualizar en el siguiente link en video: <https://www.youtube.com/watch?v=HSELS5pCTH0>

Durante el desmontaje de las piezas del motor de combustión interna y una vez finalizada esta etapa se procedió a la selección minuciosa de los componentes que requerían para el nuevo sistema eléctrico, componentes que serían clave para evitar gastar de manera adicional, por ejemplo el tanque de la gasolina serviría para mantener la forma de la moto y cubrir los componentes eléctricos, toda la tornillería serviría para colocar nuevos componentes, y uno de los componentes principales sería el cople de adaptación de la flecha cardán, el cual nos serviría para adaptar el nuevo motor eléctrico.



Ilustración 22 Detalle de flecha cardan y sus complementos de adaptación.

Motor eléctrico y su adquisición.



Ilustración 23 Montacargas eléctrico en deshuesadero.

En la siguiente etapa al desmontaje de las piezas de la motocicleta y selección de piezas a reutilizar, salimos a la casería de componente eléctricos. Con el objetivo de mantener la esencia y visión de ecología, optamos por identificar lugares locales que tuvieran disponibles a la venta maquinaria industrial de carga como componentes como paliejacks o gruas y después de un par de semanas de búsqueda encontramos en uno de los principales desgusaderos de automóviles y reciclaje de material un montacargas eléctrico perfecto.

En primera apariencia el montacargas eléctrico estaba completo, a excepción del banco de baterías, este tipo de montacargas se contruyen un voltajes nominales de 24 a 48v y cuentan con bancos de baterías aproximados de 400 a 600ah.

Tal y como lo estudiamos en el marco teórico los componentes básicos del sistema eléctrico de potencia se encontraron en el montacargas y algunos más como el cableado de potencia, tras una inspección visual detallada identificamos muchos de los componentes que podríamos usar en nuestro proyecto con el beneficio adicional de encontrarlos en el mismo lugar y a un precio muy accesible.

En el siguiente video se hacen recomendaciones respecto a los lugares donde puedes encontrar este tipo de motores y componentes:

<https://www.youtube.com/watch?v=7INQ8K0re0M>



Ilustración 24 Identificación de componentes a reutilizar.

El motor eléctrico que encontramos tenía las condiciones perfectas para el proceso, ya que unas medidas a estimación indicaban que cabría perfectamente retirando los aditamentos metálicos como el disco de freno.

El motor eléctrico en cuestión fue un CROW de construcción americana con un voltaje nominal de 24v 4 polos 5Kw de potencia nominal. Es sabido que los motores eléctricos ofrecen prestaciones de rendimiento superiores a los motores de combustión interna, ya que la potencia es transmitida directamente a las ruedas sin pasar por una caja de cambios y teniendo pérdidas mínimas por comparado con el efecto de combustión de un motor de 4 tiempos.

Considerando para fines prácticos de este proyecto que es un prototipo, la decisión fue tomar una potencia baja con el fin de obtener resultados técnicos por encima que desempeño de velocidad. Sabiendo que nuestro motor eléctrico en cuestión es de 5Kw tendremos una potencia en Hp 6.70 hp la cual podría ser mejorada aumentando el voltaje de operación a 36v o 48v factible técnicamente pero no recomendable por el fabricante

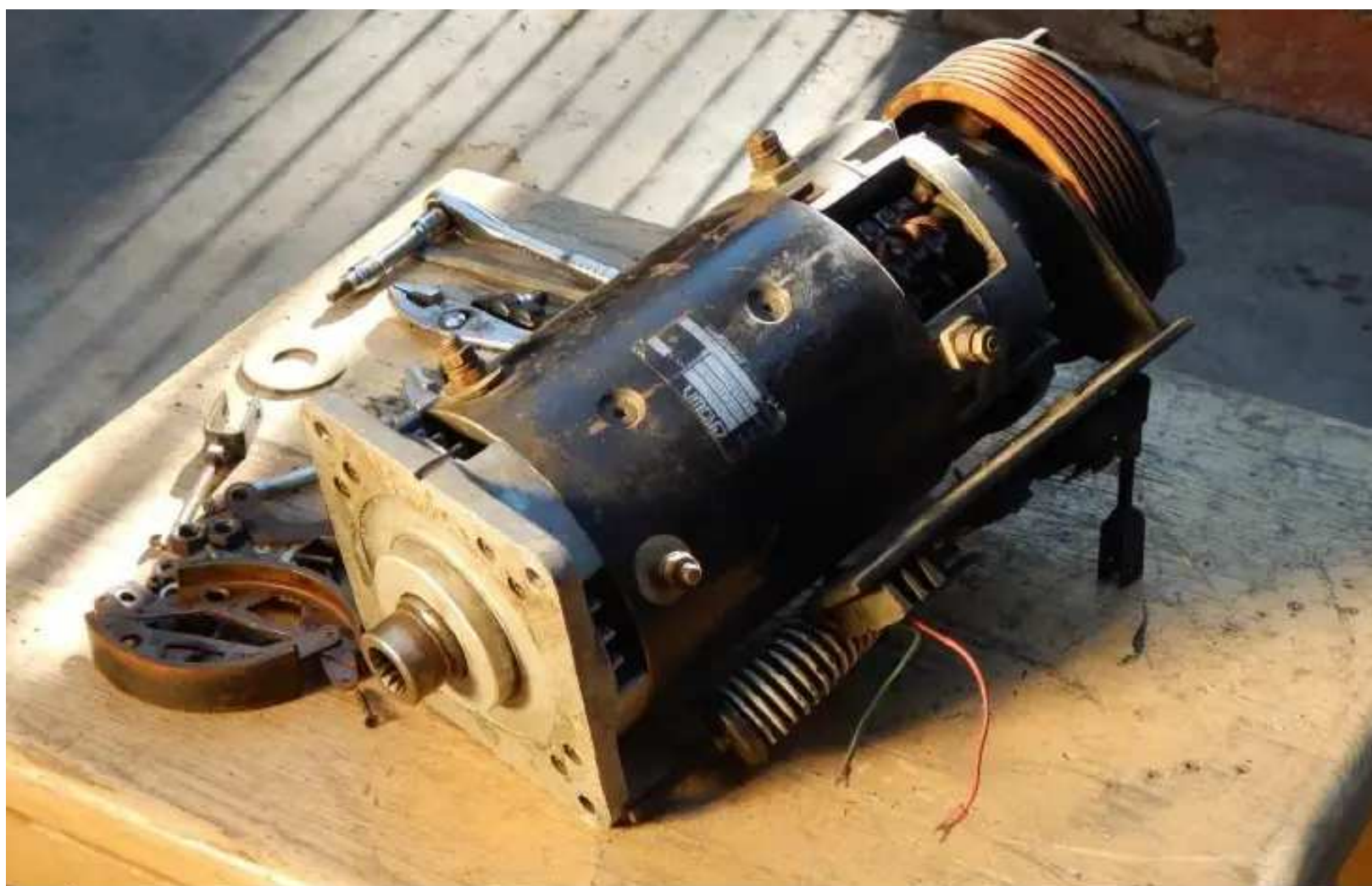


Ilustración 25 Motor eléctrico de montacargas Hyster Crown 24VDC 5Kw

Primera proyección de ubicación de componentes eléctricos

Después de desmontaje de piezas, se realizan 2 proyecciones importantes con algunos de los componentes principales MOTOR- BATERIAS – TANQUE DE COMPONENTES, con el objetivo de hacer predicciones acertadas sobre las posiciones, tolerancias y espacios para el resto de los componentes, esta sencilla acción del proceso técnico permite pasar de la imaginación a la realidad lo que permite prevenir errores y administrar el tiempo y recursos de la mejor manera.



Ilustración 26 Proyección de ubicación de componentes principales con 2 opciones de motor eléctrico.

Fabricacion de soportes del motor electrico

El punto interesante de la proyeccion con las piezas es que puedes reconocer inmediatamente el siguiente punto a ejecutar, despues de haber tomado medidas del motor electrico y su posicion por diseño de la moto comenzamos con la elaboracion de las primeras piezas de adaptacion, para esto basicamente hicimos unos soportes de aluminio a partir de algunas piezas de material reciclado comenzamos medir cortar y perforar para que estos soporter permitieran la correcta colocacion del motor electrico en la motocicleta.

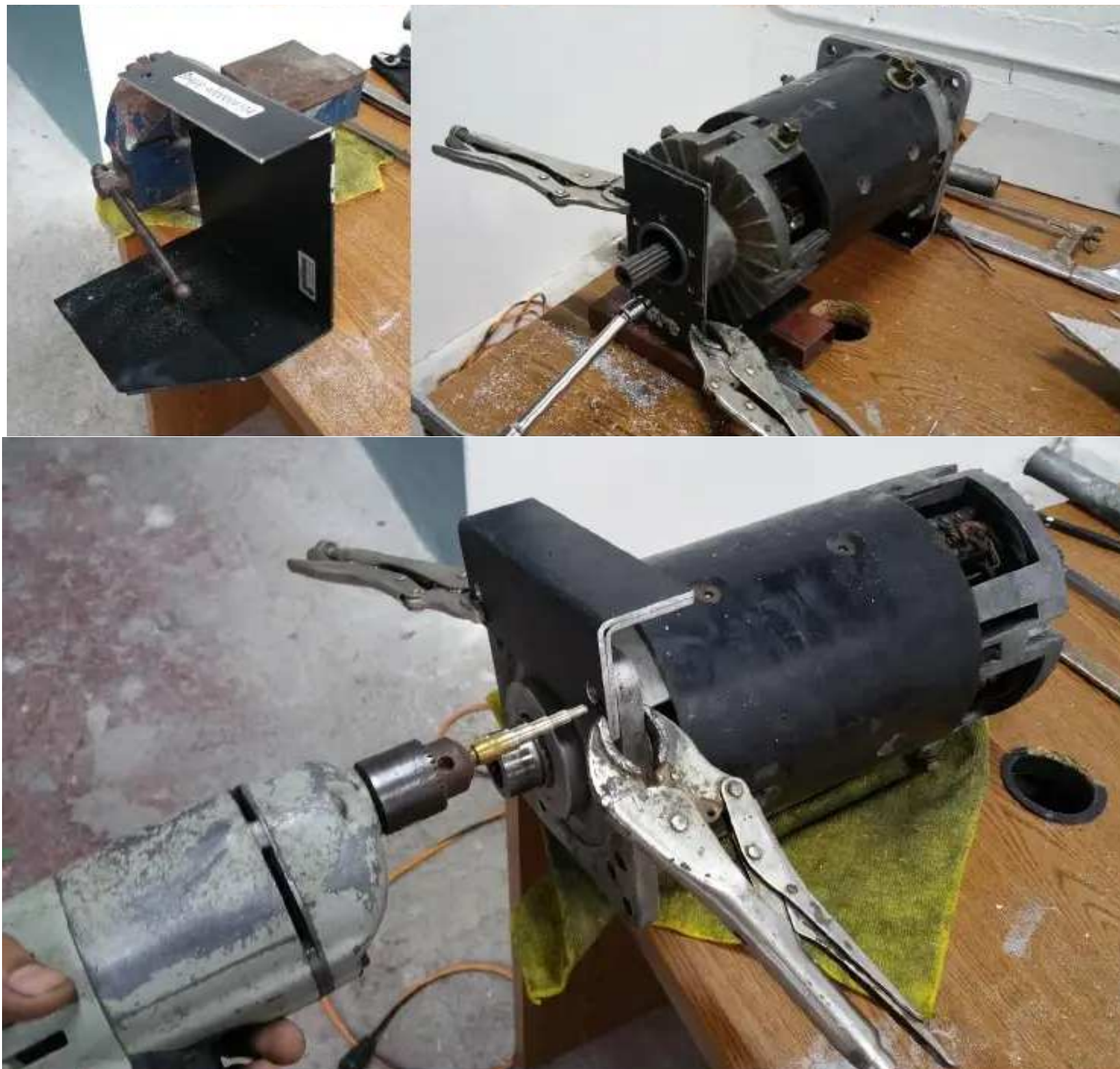


Ilustración 27 Fabricación de soportes de aluminio para el motor eléctrico a la estructura de la motocicleta.

Copleé del motor eléctrico a la flecha cardan de motocicleta

El siguiente paso por deducción cronológica fue la fabricación del copleé adaptador de espiga del motor a la flecha cardan, lo cual se realizó mediante la ayuda de un taller especializado de maquinado ya que requiere el uso de maquinaria especializada como torno y fresadora. Además de las herramientas especializadas la importancia de fabricación de esta pieza radica en la precisión de concentricidad que debe tener, ya que de quedar desbalanceada ocasionará vibraciones no deseadas en el eje y por ende el desgaste prematuro de las piezas o la ruptura completa.



Ilustración 28 Adaptador original del motor de gasolina a flecha cardan de motocicleta YAMAHA SX750 1979



Ilustración 29 Proceso de maquinado de piezas realizadas por un especialista de maquinado.



Ilustración 30 piezas del maquinado para el motor terminadas.

Restauración del motor eléctrico



Ilustración 31 Proceso de restauración básico del motor eléctrico, cambio de baleros, carbones limpieza y pintura.

El proceso de mantenimiento y reconstrucción es un procedimiento común en la industria y no se limita a aplicaciones de conversión de motocicletas eléctricas, es uno de los procesos industriales más comunes en el área de mantenimiento preventivo y correctivo de máquinas industriales lo que permite ahorrar energía eléctrica y prolonga la vida útil de las máquinas, la versatilidad de la construcción de los motores eléctricos permite un servicio de mantenimiento total y la vida útil por años.

En este caso el mantenimiento consistió en el cambio de rodamientos, y carbones además de una capa de pintura y limpieza total para evitar la corrosión con lo que transformo nuestro viejo motor en uno virtualmente nuevo.

Ese proceso completo lo puedes visualizar en el siguiente video:

<https://www.youtube.com/watch?v=q6WnWW3NaeE>



Ilustración 32 Motor eléctrico restaurado y pintado.

Corrección parcial de motor eléctrico y piezas de soporte

No todo es sencillo ni fácil a la primera, y estábamos mentalmente preparados para imprevistos y realizar ajustes secundarios.

Comprar lo que está al alcance tiene muchos beneficios, pero en ocasiones deberemos hacer ajustes. El motor eléctrico que compramos tenía un importante obstáculo de diseño que debimos corregir, y esto fue que NO TENIA RODAMIENTO EN UNO DE SUS 2 EXTREMOS, esto es por que originalmente el diseño del montacargas incluía un rodamiento exterior al motor, eso significa que nuestro motor solo tenía 1 rodamiento interno para el rotor, y del lado contrario giraba con la asistencia de un rodamiento incluido en la caja de cambios del montacargas, por lo que la corrección y actualización de diseño consistió en adaptar y añadir una chumacera junto con soportes lo que permitiría el correcto giro del rotor con rodamientos de ambos lados para carga axial, y eso fue lo que hicimos, además de corregir tolerancias de orificios para tornillos de los demás soportes y finalmente pintar al mismo diseño.

Ese proceso completo lo puedes visualizar en el siguiente video:

https://www.youtube.com/watch?v=Tj_meoVljxs



Ilustración 33 Proyección de rediseño del motor y corrección de tolerancias de orificios de tornillos.

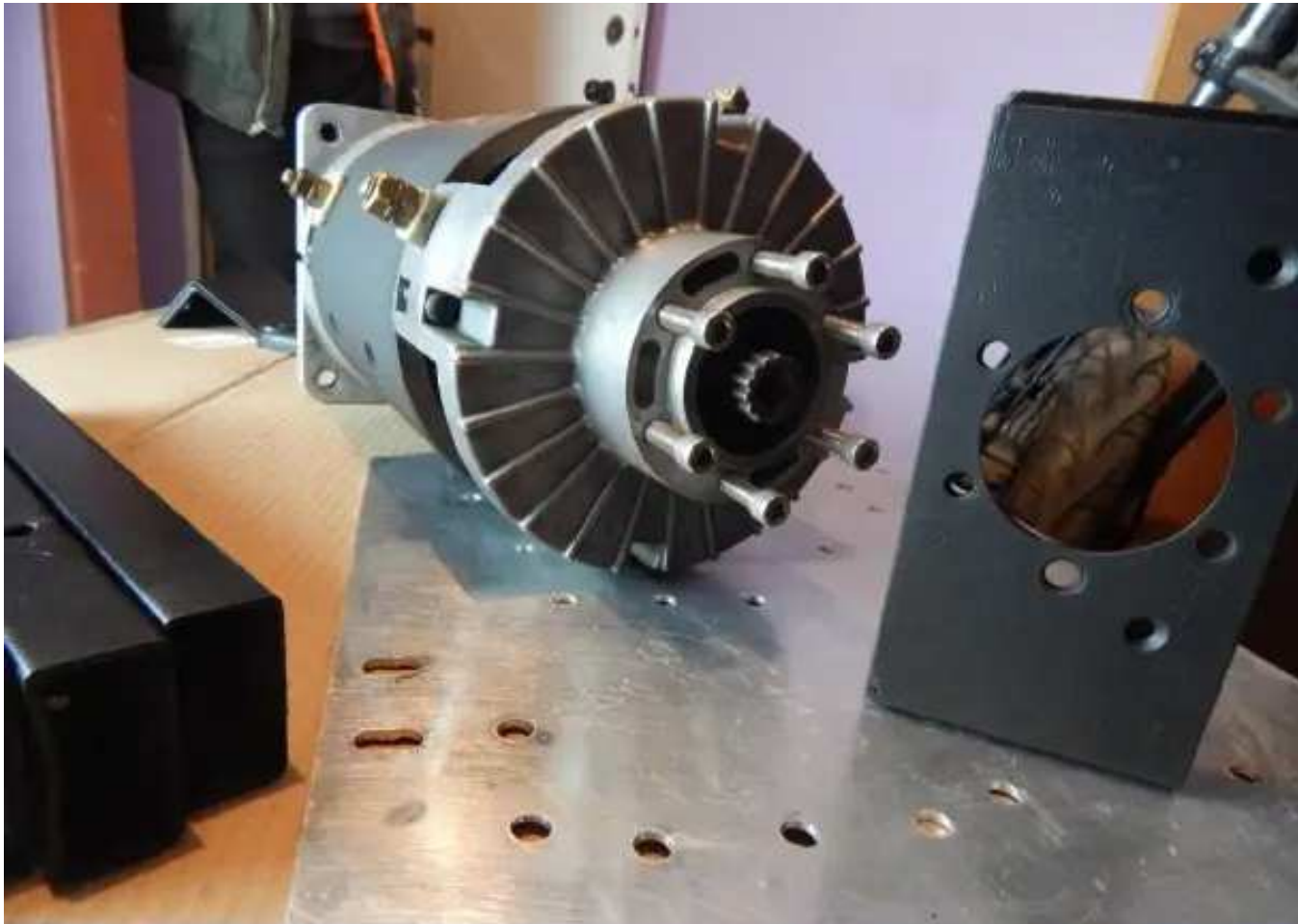


Ilustración 34 Lado correcto del motor eléctrico con rodamiento interno y a un lado el soporte base.



Ilustración 35 Motor eléctrico junto con algunas de las piezas básicas de soporte.



Ilustración 36 Piezas del motor eléctrico y soporte terminadas para ensamble final.

Después de corregir todas las piezas y dar la última inspección física y visual estuvieron completamente listas para el pre-ensamble, es decir se ensambló la chumacera del motor eléctrico y quedó girando perfectamente.



Ilustración 37 Ensamble final del motor eléctrico con rodamiento.

Colocación de motor, baterías y componentes eléctricos

Una vez que tuvimos todos los componentes alineados, restaurados y listos para montarlos en la motocicleta, en la siguiente fotografía se muestran los componentes eléctricos en nuestra mesa de trabajo listos para instalarlos.



Ilustración 38 componentes eléctricos comprados para la instalación, siguiendo como base el diagrama del fabricante y sus accesorios.

Como se puede apreciar en la fotografía anterior, además de motor eléctrico y baterías se realizó la compra progresiva de los componentes eléctricos propuestos por el fabricante del controlador, así como accesorios básicos como los protectores de baterías y cableado descritos todos en la siguiente tabla.

Los detalles de esta etapa los puedes visualizar en el siguiente video.

<https://www.youtube.com/watch?v=V6FJUEOXi5k>

Tabla 2 Descripción de componentes utilizados en el proyecto.

NP	Descripción de componentes	piezas	precio unitario USD	Subtotal
1	Motocicleta Yamaha sx750 1979	1	\$420.00	\$420.00
2	motor eléctrico dc CROWN 24v 5Kw 7hp USADO	1	\$139.00	\$139.00
3	Batería ciclado profundo 12v 115AH	2	\$139.00	\$278.00
4	Control Curtis 1204 24/36V 400A USADO	1	\$138.00	\$138.00
5	Acelerador twist DOMINO 0-5kohms	1	\$105.00	\$105.00
6	Protector de cables malla color negro 5 METROS	1	\$22.96	\$22.96
7	set de carbones para motor DC	1	\$29.54	\$29.54
8	lamina aluminio diamante 1/8" 1' x 4'	1	\$36.50	\$36.50
9	Set de 4 tornillos inoxidables para postes de baterías	1	\$5.00	\$5.00
10	Regulador Voltaje DC 24-12V 20A	1	\$9.99	\$9.99
11	foco led frontal 10w luz blanca	1	\$7.45	\$7.45
12	Tapón capuchón 2-2/0 GA tipo alternador rojo	1	\$26.38	\$26.38
13	Tira Led trasera	1	\$7.00	\$7.00
14	asiento y tubo curvo	1	\$50.00	\$50.00
15	par de logos "electric"	1	\$25.90	\$25.90
16	Medidor de voltaje DC 0-30V (24V)	1	\$15.00	\$15.00
17	Par logos Yamaha	1	\$11.25	\$11.25
18	Cargador de baterías 24v 30A USADO	1	\$72.00	\$72.00
19	Extensión de electricidad	1	\$12.00	\$12.00
20	Espejos par 7/8	1	\$22.00	\$22.00
21	Alarma llave de presencia	1	\$65.50	\$65.50
22	Solenoid ALBRIGTH 12v 400A	1	\$40.00	\$40.00
23	Frenos hidráulicos	1	\$66.00	\$66.00
24	luces direccionales led	1	\$12.00	\$12.00
25	par posapies traseros	1	\$15.38	\$15.38
26	SERVICIO PINTURA	1	\$100.00	\$100.00
27	adaptador para motor, cople	1	\$40.00	\$40.00

TOTAL \$1,751.85 usd

Y bueno, una vez descritos los componentes y listos para instalarlos se procedió a la instalación de la totalidad de componentes eléctricos y mecánicos por intuición y diseño de la moto y me refiero a que cada uno de los componentes se colocó siguiendo el a criterio de su mejor ubicación, donde su peso, tamaño, volumen o dimensiones se adaptara mejor al diseño de la moto, claramente para este proceso se realizaron diferentes proyecciones adicionales, y hasta que finalmente se conectaron de acuerdo al orden de relevancia.



Ilustración 39 fotografía que muestra el inicio del proceso de colocación de componentes.

En la ilustración anterior se muestra una primera etapa de la colocación de la placa de aluminio que soportara principalmente el motor eléctrico y batería, para ello se realizó un par de proyecciones iniciales haciendo perforaciones para tornillería que la soportaría al tubular de la moto mediante omegas.



Ilustración 40 colocación del motor eléctrico y una de las baterías en la placa base principal.



Ilustración 41 colocación de placa secundaria de soporte de componentes.

Como propuesta para la segunda sección de componentes se utilizó una placa secundaria de aluminio previamente cortada con las dimensiones apropiadas, siendo esta de 1/8" cabe recalcar que esta placa soportaría el peso de la segunda batería por lo que se debió reforzar por la parte superior mediante una guía de tubular cuadrado con el objetivo de aumentar la resistencia a la carga de flexión de la lámina, para futuros diseños o como propuesta adicional esta lámina pudo haber incluido dobleces en las orillas a 90 grados para aumentar su resistencia.

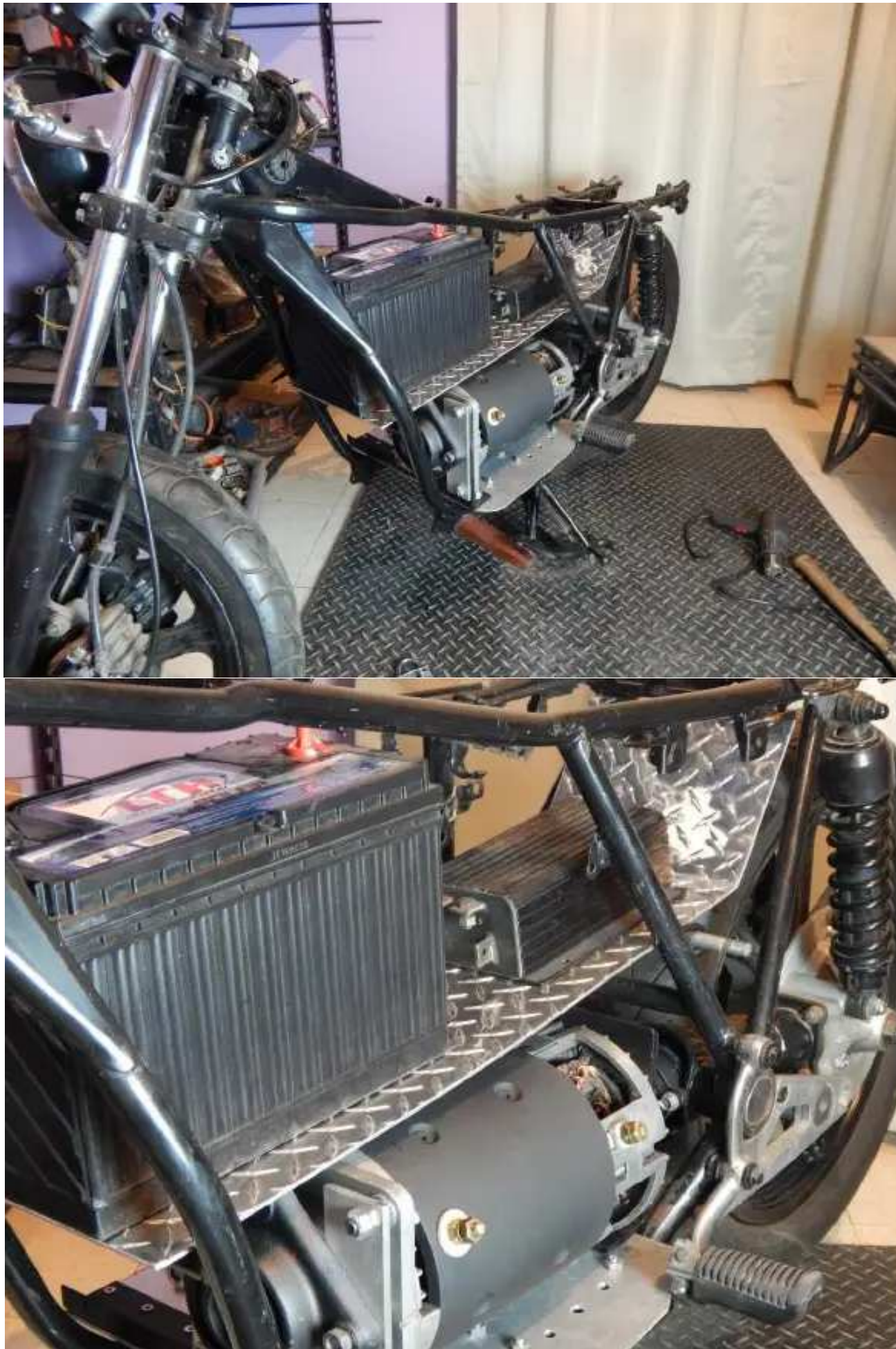


Ilustración 42 Detalle de la instalación del controlador y segunda batería en placa secundaria de componentes.



Ilustración 43 proyecciones y ajustes finales para un nuevo diseño de asiento



Ilustración 44 proyecciones y ajustes finales para un nuevo diseño de asiento.



Ilustración 45 proyecciones y ajustes finales para un nuevo diseño de asiento



Ilustración 46 Colocación de componentes eléctricos u conexión.



Ilustración 47 Colocación de componentes eléctricos u conexión.



Ilustración 48 Colocación de componentes eléctricos u conexión.



Ilustración 49 Colocación de componentes eléctricos u conexión.



Ilustración 50 componentes de la motocicleta eléctrica Yamaha sx750 1979 puestos por primera vez.

Después de una etapa semifinal de conexión de todos los componentes eléctricos la motocicleta estuvo lista para una prueba, lo cual garantizaría el correcto funcionamiento y aseguraría que todo el cableado eléctrico estaba correcto, así que realizamos una prueba en los componentes pre ensamblados.

Los detalles de esta prueba los puedes ver en el siguiente video:

<https://www.youtube.com/watch?v=1ZgSHkpmUWw>



Ilustración 51 Motocicleta eléctrica YAMAHA SX750 1979 en su etapa preliminar completamente funcional.

Después de haber concluido las pruebas eléctricas, la motocicleta quedó completamente lista para funcionar, con una excelente aceleración en plano y una visión de mejora continua se desarmó por completo para un profundo servicio de mantenimiento de todos los componentes propios de la motocicleta, desde las llantas, los frenos hasta la pintura, creando una nueva versión mejorada del modelo original con resultados espectaculares de diseño. Hasta finalmente realizar un recorrido de celebración de resultados en la ciudad de Tijuana Baja California México.

En el siguiente enlace se muestran los detalles de los resultados obtenidos.

<https://www.youtube.com/watch?v=LSBq1C5Eqqs>



Ilustración 52 Motocicleta YAMAHA SX750 1979 ELECTRICA.



Ilustración 53 Motocicleta YAMAHA SX750 1979 ELECTRICA.



Ilustración 54 Motocicleta YAMAHA SX750 1979 ELECTRICA.



Ilustración 55 Motocicleta YAMAHA SX750 1979 ELECTRICA.



Ilustración 56 Motocicleta YAMAHA SX750 1979 ELECTRICA.



Ilustración 57 Motocicleta YAMAHA SX750 1979 ELECTRICA.



Ilustración 58 Motocicleta YAMAHA SX750 1979 ELECTRICA.



Ilustración 59 Motocicleta YAMAHA SX750 1979 ELECTRICA.



Ilustración 60 Motocicleta YAMAHA SX750 1979 ELECTRICA.



Ilustración 61 Motocicleta YAMAHA SX750 1979 ELECTRICA.



Ilustración 62 Motocicleta YAMAHA SX750 1979 ELECTRICA.

RESULTADOS, PLANOS, GRÁFICOS Y PROGRAMAS

Resultados de desempeño Obtenidos:

	Motor Original a gasolina	Nuevo Motor eléctrico
Marca y modelo	Yamaha SX750	Yamaha SX750
Año	1979	1979 + componentes nuevos
Motor	4 tiempos, 3 cilindros en línea transversal, DOHC, 2 válvulas por cilindro.	CROWN DC 24V 3000RPM
capacidad	747 cc / 45.6 cu in	7HP 3000RPM
Diámetro por carrera	68 x 68.6 mm	N/A
Radio de compresión	9.5 : 1	N/A
Sistema de refrigeración	Enfriado por aire	N/A
Inducción	Carburador de velocidad constante de 3 gargantas	Eléctrico
Ignición	Electrónica TCI	Electrónico
Arrancador	Eléctrico	N/A
Embrague	Multiplaca sumergido en aceite	N/A
Potencia máxima	50.4kw / 69hp @ 8500RPM	5KW 7HP 2500rpm
Transmisión	5 velocidades	Sistema de tracción directa
Tipo de salida	Espiga	Espiga
Radio de transmisión	1ra 14.66 /2da 9.48 /3ra 7.76 /4ta 6.53 /5ta 5.71:1	N/A
Angulo Rake	27 grados	27 grados
Trail	114mm / 4.5"	114mm / 4.5"
Suspensión frontal	Amortiguadores telescópicos con ajuste 36mm	Amortiguadores telescópicos con ajuste 36mm
Carrera llanta frontal	176mm / 6.9"	176mm / 6.9"
Suspensión trasera	Doble amortiguador de choque con 5 preajustes	Doble amortiguador de choque con 5 preajustes
Carrera llanta trasera	102mm / 4"	102mm / 4"
Frenos frontales	Disco 267mm x 2	Disco 267mm x 2
Freno trasero	Un disco 265mm	Un disco 265mm
Llanta delantera	3.25 - 19	3.25 - 19
Llanta trasera	4.00 - 18	4.00 - 18
Peso	230kg / 507lb	220kg
Capacidad de combustible	19 litros / 5 galones	2.7Kw-hr
Rendimiento de combustible	5.2L / 100km 19.1km/Lts --- 45mpg	10Km por carga
Frenado 100Km/hr - 0	42m / 138ft	42m / 138ft
Aceleración ¼ de milla	13.1 seg / 163 km/hr / 101mph	Sin especificar
Velocidad Maxima	187km/hr 116mph	60km/hr

Videos:

1. https://www.youtube.com/edit?o=U&video_id=HSELS5pCTH0
2. <https://www.youtube.com/watch?v=q6WnWW3NaeE>
3. https://www.youtube.com/watch?v=Tj_meoVljxs
4. <https://www.youtube.com/watch?v=V6FJUEOXi5k>
5. <https://www.youtube.com/watch?v=7INQ8K0re0M>
6. <https://www.youtube.com/watch?v=1ZgSHkpmUWw>
7. <https://www.youtube.com/watch?v=LSBq1C5Eqqs>

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El proceso de conversión de una motocicleta eléctrica es uno de los proyectos de transporte eléctrico que podría generar empleos y mejorar la calidad de vida de las personas y medio ambiente si es considerado como un trabajo de taller artesanal a baja o pequeña escala, ya que en la mayoría de los casos existen distintos modelos de motocicletas y componentes eléctricos que limitan su explotación en masa o cadena de producción.
- El proceso de conversión de motocicletas eléctricas requiere de conocimientos específicos eléctricos, mecánicos y electro-mecánicos por lo que se recomienda el amplio estudio de la materia en general y conceptos básicos, así como la recomendación principal de ser aplicado solo por técnicos o ingenieros a fines.
- Los componentes utilizados en este proyecto se seleccionaron de manera premeditada con las condiciones de instalación eléctrica y electromecánica mas sencillas posibles para generar confianza y aceptación de los usuarios interesados, en la práctica existen por ejemplo controladores eléctricos con funciones adicionales o características de construcción especialidad que si bien físicamente son idénticos electrónicamente serán complicados de instalar limitando su instalación por ingenieros electrónicos especialistas.
- Las adquisiciones de los componentes de este proyecto no solo se realizaron de manera local, sino que en un 50% se compraron vía internet debido a su difícil adquisición lo cual limitaría a algunas personas interesadas a encontrarlos solo de manera local, por lo que se recomienda la idea de buscar similares y no idénticos.
- Se recomienda realizar el desarrollo de sus proyectos en un taller especializado de mecánica automotriz, eléctrico o a fines con el objetivo de tener todas las herramientas disponibles, ya que de no contar con ellas al alcance obstaculizaría el desarrollo del proyecto.
- Se recomienda el uso de instrumentos de medición apropiados, así como todos los medios de seguridad durante la totalidad del desarrollo del proyecto, así como el uso de la motocicleta, ya que se manejan componentes peligrosos como el uso de las baterías lo cual usadas de manera incorrecta podría dañar componentes y lo más importante poner en riesgo la vida.
- Se recomienda el uso de casco, guantes, chamarra, botas y lentes en todo momento durante el uso de la motocicleta.
- Se recomienda el uso adicional de componentes de seguridad eléctrica para la instalación de los componentes
- Se recomienda el uso de componentes adicionales para el aislamiento eléctrico de los componentes eléctricos de potencia y baterías.
- El desarrollo de este proyecto de conversión y fabricación de una motocicleta eléctrica tubo resultados positivos de desempeño considerando que es un prototipo, sin embargo, los resultados de velocidad y autonomía están muy por debajo de los deseados para uso en una ciudad grande, por lo que se presente la continuación de este proyecto en una versión actualizada que ofrezca el desempeño original de la motocicleta.
- El uso de este manual es responsabilidad de interesado y contiene solo recomendaciones de construcción para el caso específico de los componentes utilizados.